

# MEDDELELSER

FRA

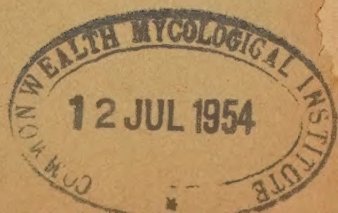
## DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

NR. 43

(BIND XII. HEFTE 3)

Reports of  
The Norwegian Forest Research Institute

REDAKTØR:  
PROFESSOR ERLING EIDE





## INNHold

	Side
<i>Elias Mork</i> og Forsøk med forskjellige plantemetoder for 4-årig	
<i>Eyolf Bjørgung</i> : omskolet gran .....	305
<i>Experiment with Different Planting Methods for</i>	
<i>Transplanted 4-year-old Norway Spruce</i> .....	377
<i>Ola Børset</i> : Kubering av osp på rot .....	391
<i>Volume computation of standing aspen</i> .....	441
<i>Tollef Ruden</i> : Om valbjørk og endel andre unormale veddannelser	
hos bjørk .....	451
<i>On speckled birch («mazer-birch») and some other forms</i>	
<i>of curled birch</i> .....	501

ELIAS MORK og EYOLF BJØRGUNG

Forsøk med  
forskjellige plantemetoder for  
4-årig omskolet gran

*Experiment with Different Planting Methods for  
Transplanted 4-year-old Norway Spruce*





## Innholdsfortegnelse.

	Side
Forord .....	310
Innledning .....	311
Formålet med undersøkelsen .....	313
Beskrivelse av de plantemetoder som er undersøkt .....	314
Forsøkenes planlegging og utførelse i marken.....	316
Jordbunn, vegetasjon og hellingsgrad på forsøksfeltene.....	317
Forsøksmaterialet .....	320
A. <i>Forsøksresultatene.</i>	
<i>Planteavgangen for de undersøkte metoder.</i> .....	321
1. Spredte felter på Østlandet .....	324
2. Felter i Nord-Trøndelag .....	328
3. Felter i Vardal og Brekken .....	332
4. Lønningssystemets innvirkning på planteavgangen....	343
5. Planteavgangen under forskjellige vegetasjons- og jord- bunnsforhold .....	344
<i>Plante høiden</i> .....	345
B. <i>Tidsstudier.</i>	
1. Redegjørelse for arbeidet i marken.....	352
2. Klassifisering av plantemarken .....	353
3. Statistiske analyser av metodenes plantetider.....	354
4. Metodenes relative tider .....	359
5. Metodenes kostnader .....	362
C. <i>Diskusjon</i> .....	369
D. <i>Konklusjoner</i> .....	373
E. <i>Experiment with Different Planting Methods for Transplanted     4-year- old Norway Spruce</i> .....	377
F. <i>Litteratur</i> .....	388





### **Forord.**


Til disse undersøkelser har jeg mottatt bidrag fra Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd og jeg vil her bære fram min takk for de tildelte midler.

Jeg vil også takke assistent Alf Dybvig som både under anlegg av revisjoner ute i marken og ved beregningsarbeidet, har ytet verdifull hjelp.

En takk vil jeg også rette til assistent Lars Strand som har gitt verdifulle råd under den statistiske bearbeidelse av materialet.

Vollebekk, desember 1953.

*Elias Mork*



Digitized by the Internet Archive  
in 2025



## **Innledning.**

I årene før 1918 var skogplantingen på Østlandet og i Trøndelag meget tilfeldig. En satte små krav til plantefeltene. Det ble oftest plantet under relativt tett skjerm av gran eller i huller og på små åpninger i bestandet.

Resultatene av slike plantninger var som regel meget dårlig, da plantene etter hvert døde ut på grunn av lysmangel og rotkonkurranse. Disse plantinger var dårlig reklame for skogplantingen, og mange mistet troen på planting.

Forstmester ASBJØRNSEN utarbeidet allerede i 1853 forslag til driftsplaner der han foreslo snauhogst og planting, men det vant ikke gehør hos myndighetene, og planene ble ikke gjennomført.

Skipsreder YOUNG FEARNLEY, som ble disponent og hovedaksjonær i A/S Meraker Brug i 1906, var den første som begynte planting av gran i større målestokk på helt snauhogde arealer. Han var altså den første som innførte planting som ledd i et rasjonelt driftssystem. Allerede i 1910 ble det i det nevnte firma plantet 145.000 gran, og disse felter har vært en god reklame for planting av gran.

Da skogsjef RAGNAR LØCHEN overtok ledelsen av de samme skoger i 1917, fortsatte han med regulære sanuhogster og planting.

Da forstkandidat OSCAR COLLETT overtok ledelsen av Bangdalsbrugets skogeiendommer omkring århundreskiftet, utførte han en del gruppehogster der det ble plantet garn. Disse ble meget vellykte, men da han ville fortsette med denne driftsmåte, ble det nedlagt forbud av kommunestyret, som mente at det ville føre til ruin og ødeleggelse av skogene.

Det ble således en pause til i 1918. Da fortsatte firmaet med snauhogster og planting i forholdsvis liten målestokk, men både Bangdalsbruget og Meraker Brug hadde mange vanskeligheter med

de kommunale myndigheter for å få fortsette med denne driftsmåte.

I 1926 fremla Bangdalsbruget en fullstendig driftsplan for firmaets skoger. Driftsplanen var basert på regelmessige beltehogster og planting og i 1927 var arbeidet allerede i full gang. Driftsplanen ble utarbeidet av skogsjef FINN ELIASSEN som den gang var forstmester i firmaet.

I løpet av de første årene utførte skogsjef ELIASSEN en del forsøk med ulike plantemetoder. Han forsøkte bl. a. å hakke opp plantehullene om høsten i forveien for å utlufte jorden.

Da Det norske Skogforsøksvesen, som ble opprettet i 1917, til å begynne med bare besto av en forsøksleder, en assistent og en kontorist, kunne det ikke ta opp så mange forsøksoppgaver på sitt arbeidsprogram, og planmessige skogkulturforsøk ble således ikke utført de første 15 år.

Da skogdirektørens skogreisingsplan kom i 1932, ble det større fart i skogkulturarbeidet, og det ble aktuelt å sette i gang forsøk med ulike såmetoder, plantemetoder og plantetider.

Den plantemetode som var mest brukt var planting mot loddrett vegg. Ved å studere rotsystemet på den naturlige gjenvekst i Trøndelag, fant en at røttene lå meget grunt. Det aller meste av rotsystemet hos naturlig gjenvekst lå i humusdekket og største delen i det øverste lag av formuldningssjiktet.

Det var naturlig at en da måtte prøve med en plantemetode som var slik at røttene kunne plaseres i humusdekket. Således ble den såkalte flatrotplanting utformet. De første plantemetodeforsøk gikk ut på å sammenlikne avgangsprosent og høydetilvekst hos granplanter som var satt ut etter disse to metoder.

Da Det norske Skogforsøksvesen begynte med anlegg av skogkulturforsøk, ble det lagt en rekke felter i forskjellige distrikter for å vise at en plantning kunne bli vellykket. De felter som ble anvist var oftest lite tilfredsstillende som forsøksfelter, da jordbunnsforholdene var meget ujevne og som regel hadde flatene en meget uregelmessig form. Selv om resultatene fra disse felter ikke kan nyttes i dette arbeid, har de hatt stor betydning som propaganda for skogplantingen.



### Formålet med undersøkelsen.

Problemstillingen under de planteforsøk som danner grunnlaget for denne avhandling er følgende:

1. Er det noen forskjell på avgangsprosenten i plantninger av 4-årig omskolet gran for metodene:

- a = Loddrett vegg med avflekking og uten fylljord?
- a' = Loddrett vegg uten avflekking og uten fylljord?
- b = Loddrett vegg med avflekking og med fylljord?
- c = Flatrot uten fylljord?
- d = Flatrot med fylljord?
- e = Spett uten fylljord?
- f = Spett med fylljord?
- g = Grønlands spade?
- h = Vanlig spade?
- i = T-plantning med hakke?
- j = Kuppelplantning?

2. Er det noen forskjell på høydetilveksten hos planter som er plantet ut etter de ovenfor nevnte metoder?

3. Hvordan er forholdet mellom kostnadene for de nevnte metoder?

Som en vil se senere, er det forskjell på den tid som går med til utplantning av et bestemt antall planter for de ulike metoder. Det plantes nå ca. 40.000.000 planter pr. år i Norge. Hvis en uten ulempe kan redusere utplantingsprisen med bare ett øre pr. plante ved å bruke en billig metode, kan en spare ca. 400.000 kr. i løpet av et år. En undersøkelse av de ulike metoders avgangsprosent er således av stor økonomisk interesse. Om en plantemetode viser seg å være fordelaktig, m. h. t. prosent levende planter, så kan den være så arbeidskrevende at det likevel lønner seg å bruke en metode der avgangen er noe større.

Nå er det ikke bare avgangen som har betydning. Det er også mulig at høydetilveksten til en viss grad er avhengig av plantemetoden.

Et tredje moment er om enkelte metoder kan begunstige råtesoppenes innbrengning i planterøttene. Dette kan en dessverre ikke avgjøre før plantingen er blitt så gammel at en skal foreta tynning i den.

# Beskrivelse av de plantemetoder som er undersøkt.

*Metode a:* Loddrett vegg med avflekking og uten fylljord.

En flekker av det levende markdekke og ca. halvdelen av for-  
muldningssjiktet (jfr. Hesselman 1926) på et areal av ca.  $30 \times 30$

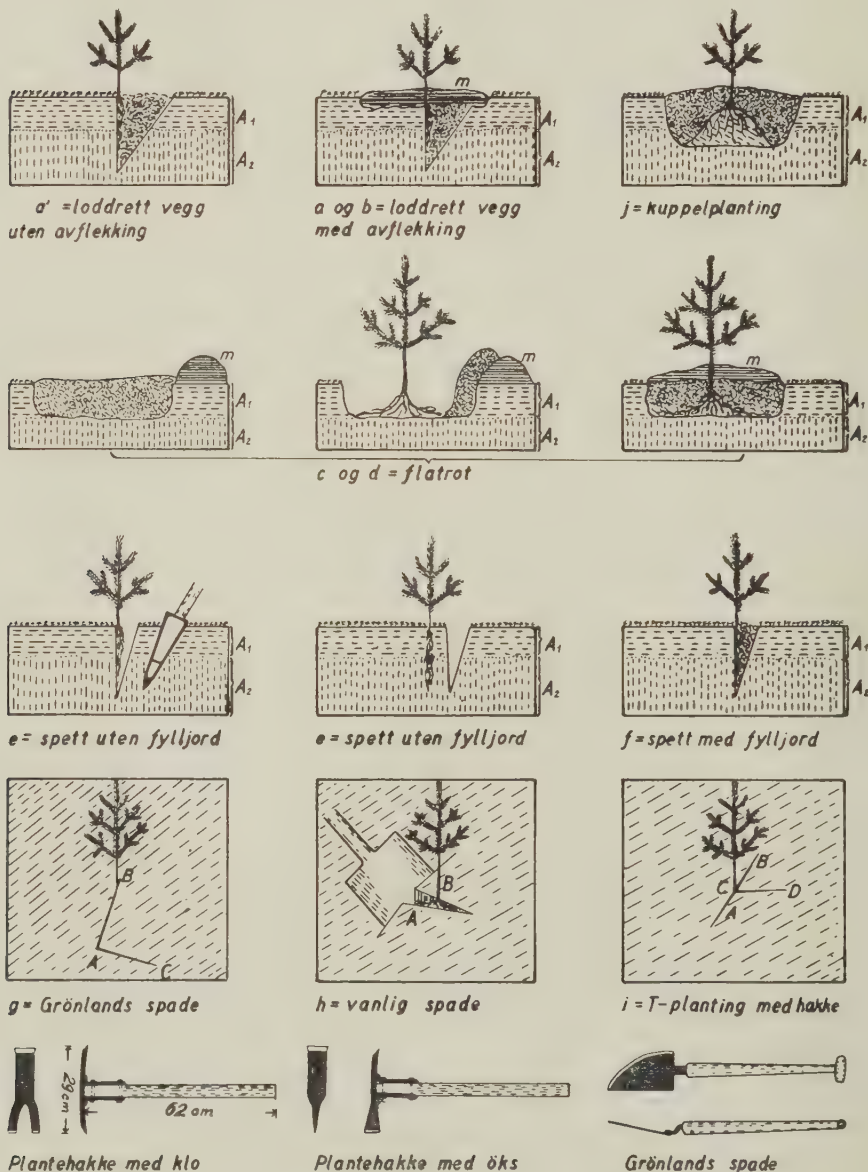


Fig. 1. Plantemetoder og planteredskeer.  
Fig. 1. Methods of planting and planting tools.



cm. Planterøttene dyttes fast med den jord som er hakket opp av plantehullet, og planterøttene blir hengende i et loddrett plan (jfr. fig. 1 a og b). Planteredskap, plantehakke med klo (jfr. fig. 1).

*Metode a'*: Som metode a, men uten noen avflekking av humusdekket (jfr. fig. 1 a).

*Metode b*: Som metode a, men plantehullet fylles med tilført fylljord. (Tilført fylljord er jord som er hentet fra et sted på plantefeltet der det finnes molljord eller der en lett kan blande mineral- og humusjord sammen til en skikket fylljord.

*Metode c*: Flatrot uten fylljord.

En flekker av det levende markdekke og ca. halvdelen av formuldningssjiktet på et areal av ca.  $30 \times 30$  cm. Jorden på den avskrellede flekk smuldres med hakken ned til en dybde av ca. 6 cm. (Det avskrelte lag ikke medregnet). Jorden skyves bort til den ene side av planteflekken og røttene spredes utover slik at de blir liggende i et horisontalt plan. Den smuldrede jord skyves over røttene, og det avflekkelede vekstdekke legges ovenpå og inntil planten. (Jfr. fig. 1, c og d). Planteredskap, plantehakke med klo.

*Metode d*: Som metode c, men med tilført fylljord.

*Metode e*: Spettplanting uten tilført fylljord. Et spalteformet hull lages ved å presse et plantespett ned i jorden slik at den ene vegg blir loddrett. Planten holdes slik at røttene henger inntil den loddrette vegg. Plantehullet klemmes igjen ved at plantespettet trykkes ned ved siden av hullet, og en presser jorden inntil ved å skyve planteskaftet i retning mot planten (jfr. fig. 1, e). Planteredskap, plantespett.

*Metode f*: Som metode e, men med tilført fylljord.

*Metode g*: Spadeplanting med Grønlands spade. Der lages først et loddrett snitt i humusdekket A—B fig. 1, g. Dernest legges spaden vannrett ned med spissen i A. Spaden stikkes gjennom humusdekket, idet den holdes litt opp med skaftet så den skjærer seg på skrå nedover. Ved å skyve spaden fremover skjærer den løs et trekantet humusflak ca. 8 cm tykt. Dette bennes opp med spaden. Planterøttene plasseres under dette humusflak og planten blir stående i spalten ved B. Humusflaket trækkes til. Planteredskap, Grønlands spade.

*Metode h*: Spadeplanting med vanlig spade. En lager 2 loddrette snitt i jorden ca. 15 cm dype. Det annet snitt plasseres i den ene ende av det første og vinkelrett på dette (jfr. fig. 1, h). Mens

spaden står i snitt nr. 2 presses skaftet bakover og det første snitt åpner seg slik at en kan stikke planterøttene ned. Spadeskaftet bøyes så fremover og spalten der planterøttene er plasert, lukker seg. Spaltene trækkes til. Planteredskap, vanlig spade.

*Metode i:* T-plantning med hakke. Med en plantehakke med øks lages 2 loddrette snitt i humusdekket ca. 8 cm dype. Snitt nr. 2 plasseres i den ene ende av det første og vinkelrett på dette. Med plantehakken flekker en opp de to hjørner A og B av humusdekket og planterøttene anbringes under disse og en trækker til, (jfr. fig. 1, i). Planteredskap, plantehakke med øks.

*Metode j:* Kuppelplantning. En flekker av det levende vekstdekke og det meste av formuldningssjiktet på et areal av ca. 30×30 cm. Jorden i planteflekken smuldres, og det meste av lausjorden skyves bort til den ene kanten av planteflekken. Av en del av lausjorden lages en kuppel i planteflekkens bunn og røttene spredes ut over denne, slik at planten blir stående midt på kuppelen. Lausjorden legges over og en trykker jorden til.

### **Forsøkene planlegging og utførelse i marken.**

Forsøkene er planlagt som blokkforsøk på Østlandet og i Trøndelag med en tilfeldig fordeling av metodene radvis eller rutevis 2—4 rader) innen blokkene.

Fra 1951 er tatt hensyn til arbeiderne som mulig variasjonsårsak. Forsøkene er derfor utført som Split-Plot med arbeiderne tilfeldig fordelt på hovedrutene og metodene radvis på delrutene.

Planteforbandet har overalt vært 1,5 mtr., og fra 1944 ble benyttet snorer med sløyfer under utplantningen slik at det ble utsatt samme antall planter pr. rad. Det mest brukte antall har vært 30.

Plantingen er som regel utført om våren, og de eldste felter ble anlagt i 1931. Forsøkene strekker seg således over en periode av ca. 20 år.

Arbeiderne har vært lønnet etter vanlig betaling pr. time eller dag. Fra våren 1949 har planting i Vardal vært utført på akkord.

### Jordbunn, vegetasjon- og hellingsforhold på forsøksfeltene.

Det materiale som danner grunnlaget for dette arbeide er så stort at det ville ta altfor stor plass hvis en skulle offentliggjøre fullstendig beskrivelse av jordbunn — og vegetasjon på samtlige flater. En har derfor innskrenket seg til å anføre typene.

I tabell 1 er det en oversikt over forsøksfeltenes beliggenhet ordnet fylkesvis. En har valt å anføre de samme feltnummer her som de en har på skisser og revisjonskort. Derved sikrer en seg mot forvekslinger i tilfelle en skal skrive om de samme felter en gang senere.

For profiltypen er nyttet følgende betegnelser:

B = brunjordprofil.

Bl = brunjordliknende profil.

P = podsolprofil.

Sv. = svakt utvasket, bleikjordskjikt opp til 5 cm tykt.

Md. st. = middels sterkt utvasket, bleikjordskjikt fra 5—10 cm tykt.

St. = sterk utvasket, bleikjordskjikt over 10 cm tykt.

Humustyper er angitt ved følgende bokstaver:

M = mold.

M<sub>a</sub> = moldartet.

R<sub>a</sub> = råhumus, amorf.

R = råhumus, fibrøs.

For hellingsgrader er nyttet følgende betegnelser:

F = flatt, inntil 5°.

Sv. = svak helling, 6°—10°.

Md. st. = middels sterk helling, 11°—20°.

St. = sterk helling, 21°—30°.

Br. = bratt, over 31°.

For vegetasjonstypene er det nyttet bokstaver i overensstemmelse med de som er anført i Landbrukets Brevskole, Skogbotanikk. Åttende brev, MORK 1948).

A = gras og urterik mark (høyurtype).

B = moserik mark med urter (lågurtype).

C<sub>a</sub> = moserik mark med blåbær og småbregner (Dryopteris-type).

C<sub>b</sub> = moserik mark med blåbær uten småbregner.

C<sub>c</sub> = moserik mark med tyttebær.



Tabell 1.

Forsøksfeltene.

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Skog <i>Forest</i>	Herred <i>District</i>	Fylke <i>County</i>	H.o.h.m <i>Elevation</i> <i>m</i>	Humus- type <i>Type of</i> <i>humus</i>
132	Prestegårdskogen	Trøgstad	Østfold	120	M
175	—	—	—	120	M
154	Skautvedt	Brunlanes	Vestfold	50	R.a.
155	Kviberglia	Lardal	—	200	M
156	Talakstadlia	—	—	220	M
168	—	—	—	220	M
152	Andorsrud	Skoger	Buskerud	370	R.a.
153	—	—	—	160	R.a.
167	—	—	—	300	R.a.
176	Storsand	Hurum	—	30	R.f.
254	Sætre Bruk	—	—	60	R.f.
219	Landbrukshøysk.	Ås	Akershus	100	M.a.
236 <sub>1</sub>	Gulltvedt	—	—	90	R.a.
236 <sub>2</sub>	—	—	—	90	R.a.
193	Fremming	Eidsvoll	—	180	R.a.
196	—	—	—	250	M.
242 <sub>1, 2</sub>	Mustad	Vardal	Oppland	580	M.a.
242 <sub>3</sub>	—	—	—	580	M
266 <sub>1</sub>	Prestegårdskogen	—	—	450	R.a.
267	—	—	—	400	R.a.
266 <sub>2</sub>	—	—	—	450	R.a.
284	—	—	—	520	R.a.
285 <sub>1</sub>	—	—	—	500	R.a.
285 <sub>2</sub>	—	—	—	500	R.a.
297	—	—	—	520	R.a.
314D	—	—	—	520	R.a.
314F	—	—	—	520	R.a.
274	Sørlandet	Brekken	S.-Trøndelag	700	R.a.
275	Tamneset	—	—	700	R.a.
276	Molingdalen	—	—	750	R.a.
277	Vintervollen	—	—	710	R.a.
290	Langvika	—	—	760	R.a.
291	—	—	—	790	R.a.
292	Ridalen	—	—	780	R.a.
59	Rør- og Langvann	Namdalseid	N.-Trøndelag	120	M.a.
68	—	—	—	120	M.a.

*Experiment plots.*

Jord-profil Soil profile	A <sub>2</sub> -lagets tykkelse cm Thickness of A <sub>2</sub> - layers	Helling Grader Inclina- tion Degrees	Vege- tasjons- type Type of vegetation	Bonitet Site quality	Plantet år Planted year	Ut- plantet Number planted	Lønnings- system Wage system
B		11—20	A	1	1937	2929	Pr. dag Per day
B		11—20	A	1	1939	3891	—
P	< 5	< 5	B	1	1938	1218	—
B		11—20	A	1	1938	1106	—
B		11—20	A	1	1938	1532	—
B		11—20	A	1	1939	2724	—
P	< 5	6—10	A	2	1938	1712	—
P	< 5	6—10	A	2	1938	1830	—
P	< 5	6—10	A	2	1939	2296	—
P	5—10	6—10	Ca	3	1939	1269	—
P	5—10	< 5	Ca	3	1946	4896	—
B.l.		< 5	A	1	1943	2232	—
P	< 5	< 5	A	1	1944	2600	—
P	< 5	< 5	A	1	1945	1215	—
P	< 5	11—20	A	1	1941	900	—
Dyrket Cultivated							
		6—10	B	2	1941	1913	—
B.l.		6—10	A	1	1945	4560	—
B		11—20	A	1	1947	1080	—
P	< 5	< 5	A	2	1948	9540	—
P	< 5	< 5	A	2	1948	5460	—
							Akkord Contract
P	< 5	< 5	A	2	1949	20160	—
P	< 5	11—20	B	2	1950	10560	—
P	5—10	5—10	B	3	1950	3840	—
P	5—10	5—10	B	3	1951	6720	—
P	< 5	5—10	Ca	2	1951	6720	—
P	5—10	5—10	B	2	1952	6400	—
P	5—10	11—20	Ca	3	1952	1296	—
							Pr. dag Per day
P	< 5	6—10	B	3	1950	3150	—
P	< 5	6—10	B	3	1950	3570	—
P	5—10	6—10	B	3	1950	3570	—
P	5—10	6—10	Ca	3	1950	3360	—
P	< 5	6—10	B	3	1951	4096	—
P	< 5	6—10	B	3	1951	4096	—
B		6—10	B	3	1951	4096	—
B.l.		11—20	A	1	1931	816	—
B.l.		11—20	A	1	1931	980	—

Tabell 1.

Forsøksfeltene.

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Skog <i>Forest</i>	Herred <i>District</i>	Fylke <i>County</i>	H.o.h.m <i>Eleva- tion m</i>	Humus- type <i>Type of humus</i>
147	Rør- og Langvann	Namdalseid	N-Trøndelag	120	R.a.
149	—	—	—	120	R.a.
146	—	—	—	120	R.a.
252	—	—	—	130	R.a.
323	—	—	—	130	R.a.
133 <sub>1</sub>	Sanddøldalen	Grong	—	130	R.f.
133 <sub>2</sub>	—	—	—	130	R.f.
251	Aursundli	Klinga	—	110	R.f.
151 <sub>1, 2</sub>	Fiskum	Harran	—	140	M.a.
202	Hunn	Overhalla	—	30	M

D = røsslyngmark.

E = Lavmark.

Boniteten er ansatt skjønnsmessig etter vurdering av alder og høyde på den omkringstående skog, samt ved å ta hensyn til jordbunn og vegetasjon. En har nyttet Landsskogtakseringens bonitetsgrader, jfr. VIGERUST 1938, s. 23. De bonitetsgrader som er oppført for feltene i Brekken, Sør-Trøndelag anføres med forbehold. Da det kun er bjørkeskog som har vokset på feltene, er boniteten ansatt skjønnsmessig ved å ta hensyn til bjørkeskogens høyde, jordbunnen, bunnvegetasjonen og høyden over havet.

Jordarten på feltene 132 og 175, Trøgstad består av leire og leirblandet sandjord. Jordarten på feltene 133 og 134, Sanddøla består av elvesand og grus. De øvrige felter ligger på morenejord.

### Forsøksmateriale.

Av tab. 1 framgår det at forsøksfeltene er spredt over Østlandet og Trøndelag fra en høyde av 30 m o. h. til opp i 780 m o. h.

Forsøksmaterialet omfatter 158 478 planter og fordeler seg med følgende planteantall på fylkene:



*Experiment plots.*

Jord- profil Soil profile	A <sub>2</sub> -lagets tykkelse cm Thickness of A <sub>2</sub> - layers	Helling Grader Inclina- tion Degrees	Vege- tasjons- type Type of vegetation	Bonitet Site quality	Plantet år Planted year	Ut- plantet Number planted	Lønnings- system Wage system
P	5—10	< 5	B	2	1938	709	—
P	5—10	< 5	B	2	1938	886	—
P	5—10	< 5	B	2	1942	3603	—
P	5—10	< 5	B	2	1946	3000	—
P	5—10	< 5	B	2	1952	1740	—
P	> 10	< 5	Ca	3	1936	1653	—
P	> 10	< 5	Ca	3	1938	1599	—
P	> 10	6—10	Ca	2	1946	1140	—
P	< 5	< 5	A	1	1938	3804	—
B		11—20	A	1	1942	2011	—

Østfold . . . . .	6.820 planter
Vestfold . . . . .	6.580 «
Buskerud . . . . .	12.003 «
Akershus . . . . .	8.860 «
Oppland . . . . .	76.336 «
Sør-Trøndelag . . . . .	25.938 «
Nord-Trøndelag . . . . .	21.941 «

De fleste felter ligger på podsoltypen, men det er for det meste svak utvasking. Brunjord- og brunjordliknende typer er representert med 11 felter.

Den mest alminnelige vegetasjonstype er A eller gras og urterik mark (høyurttypen). Typen B eller moserik mark med urter (lågurttypen) er representert med 16 felter, og av typen C<sub>a</sub> eller blåbærmark med småbregner finnes det 8 felter.

16 felter ligger på bonitet 1, 16 felter på bonitet 2 og 14 felter på bonitet 3.

### A. Forsøksresultatene.

#### *Planteavgangen hos de undersøkte metoder.*

For å få bragt på det rene om det er noen statistisk sikker forskjell mellom metodenes midlere planteavgang har en utført

variansanalyser for annet og siste års revisjon. Grupperingen er tosidig etter kjernetegnene metode og blokk og for Split-Plot forsøkene tresidig etter metode, blokk og arbeider.

Den observerte størrelse, antall levende planter pr. rad kan betraktes som varianten i forsøkene. På felter anlagt før 1944 ble det ikke utsatt like mange planter pr. rad. Variasjonen er imidlertid så liten at en har sett bort fra den og brukt prosent levende planter pr. rad eller rute (2—4 rader) som variant.

For å undersøke om det er noen forskjell på spredningen mellom metodene har en benyttet Bartlett's test. Kjikvadratet er beregnet etter formelen 
$$X^2 = \frac{2.3026}{c} f^1 [k. \log V - \sum \log V_i] \quad (\text{Jfr. OTTESTAD 1950 s. 7—10 og MORK 1952 s. 543—539.})$$
 Gir denne test et ikke signifikant resultat viser dette at en kan stole på resultatet av variansanalysen.

Forsøksfeilen er derfor tilfredstillende nøyaktig bestemt slik at en kan benytte statistiske metoder for å få ordnet metodegjennomsnittene i grupper etter sine forventninger. En har anvendt en metode som er utarbeidet av Joh. W. Tukey (jfr. Ottestad 1950 s. 56).

Tabell 2, 3 og 6 viser sammendrag av de utførte statistiske analyser for feltene henholdsvis på Østlandet, i Nord-Trøndelag og i Vardal og Brekken. Det framgår herav at kjikvadratet  $X^2$  for feltene stort sett ikke er signifikant, da det for de aller fleste felter er mindre enn den verdi som etter  $X^2$ -tabellen for de respektive frihetsgrader svarer til  $P = 0,05$ . Hvis kjikvadratet er større er  $X^2$  merket med stjerne.

Det kan i denne forbindelse nevnes at kjikvadratet for første års revisjon vedrørende så å si samtlige metodeforsøk er signifikante og ofte større enn den verdi i tabellen som svarer til  $p = 0,001$ .

Grunnen synes å være den at planteavgangen for metodene og spredningen for enkelte metoders vedkommende er meget liten.

Av sammendragene og fig. 2 ser en videre at den innbyrdes forskjell i avgang mellom metodene har holdt seg stort sett fra annet års revisjon til siste års revisjon, og at avgangen er størst i løpet av de to første veg. perioder.

Det kan ha sin interesse å undersøke statistisk om forskjellen i avgang mellom metodene ved de to revisjoner har endret seg.

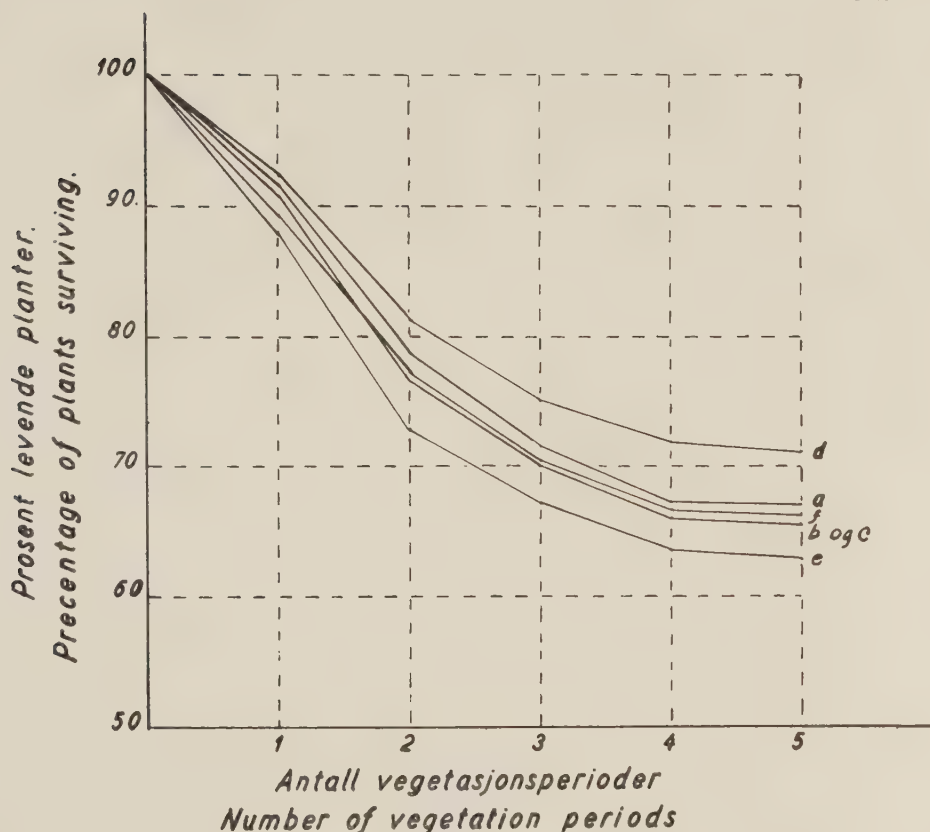


Fig. 2. Planteavgang for 6 forskjellige plantemetoder i løpet av de 5 første år etter planting. Flate 266<sub>1</sub>.

Fig. 2. Plant decrease for 6 different methods of planting during the first 5 years after planting. Plot 266<sub>1</sub>.

Dette er gjort for den dårligste metode spett uten fylljord (e) og en av de beste nemlig flatrot uten fylljord (c), da disse metoder er representert på 18 felter.

Kalles differensen mellom e og c etter to vekstperioder  $d_2$  og ved siste revisjon  $d_s$  kan en med testen  $t = \frac{m \sqrt{n}}{s}$  få brakt på

det rene om gjennomsnittet  $m = \frac{\sum (d_2 - d_s)}{n}$  avviker mer fra null

enn tilfeldighetene tillater. En har funnet  $t = 0,35$ , og resultatet blir at forskjellen i avgang mellom metodene har holdt seg etter to vekstperioder.



Når det gjelder signifikante F-verdier for metodene og ordningen i grupper finnes det uoverensstemmelse for enkelte felter mellom de to revisjoner. Dette kan forklares ved at tilfeldige faktorer som f. eks. insektangrep og beite har vært ujevnt fordelt og på den måte virket på resultatet av analysen.

For mest mulig å eliminere dette er forsøkene anlagt med så mange gjentakelser som mulig, og en tør regne med at analysene fra annet års revisjon vil gi det beste uttrykk for avgangsprosenten hos de undersøkte plantemetoder.

Det bør derfor ikke legges for meget vekt på at metodene ordner seg på forskjellige måte i grupper ved de to revisjoner. Det viktigste er at den innbyrdes forskjell mellom metodene enkeltvis ikke har endret seg nevneverdig.

En finner også god overensstemmelse mellom feltene når det gjelder den enkeltevis gruppering av metodene.

Den variasjon som skyldes arbeiderne ser derfor ut til å ha hatt en underordnet innflytelse.

En del av denne variasjon inngår imidlertid i feilen og derfor bør en sette noe strengere krav til  $p$  i f-tabellen ved vurdering av kvotienter for metodenes vedkommende.

### 1. Spredte felter på Østlandet.

Av tabell 2 ser en at det på 11 felter er utført forsøk med de to metoder a- loddrett vegg og c- flatrot, Kvotientene 4,93\*, 4,85\*, 4,53\*, og 5,12\* for henholdsvis felt nr. 153—155—156 og 242 skal i henhold til ovenstående tillegges mindre betydning, men en skal merke at flatrot er bedre enn loddrett vegg på samtlige felter.

Sikker forskjell mellom metodene loddrett vegg og flatrot finner en på feltene 236 og 193 hvor også flatrot har gitt et bedre resultat enn loddrett vegg. For felt 193 har denne forskjell holdt seg slik at resultatet blir det samme også for siste revisjon.

Metodene e = spett uten fylljord, a = loddrett vegg uten fylljord og c = flatrot uten fylljord er undersøkt på 5 felter, nemlig 175, 168, 152, 167, og 176. Av disse felter er det for de fire sistnevnte påvist sikker forskjell mellom metodene for begge revisjoner og metode e spett uten fylljord, har den største planteavgang. For

to av disse felter er e blitt skilt ut som egen gruppe ved begge revisjoner. En tør derfor regne med at det er metode e = spett uten fylljord som i vesentlig grad har bidratt til at en har fått signifikante varianskvotienter for metodene.

Metodene loddrett vegg uten fylljord (a), loddrett vegg med fylljord (b), flatrot uten fylljord (c), og flatrot med fylljord (d), er kun forsøkt på felt 176 og materialet er derfor i minste laget til at en kan trekke sikre slutninger.

Metodene vanlig spade (h) og T-plantning med hakke (i) er representert på to felter på Mustad gård (nr. 242<sub>2</sub>, og 243<sub>3</sub>). Av disse får en signifikant kvotient for felt 243<sub>3</sub>. Metodene vanlig spade (h) og T-plantning med hakke (i) er dårligst og skilt ut som egen gruppe. Prosent levende planter for disse metoder er henholdsvis 84% og 85%. Loddrett vegg uten fylljord (a) og flatrot uten fylljord (c) har gitt det beste resultat med henholdsvis 92 og 94 prosent levende planter.

Med støtte i de utførte analyser for hvert felt kan en trekke følgende konklusjoner av resultatene i tabell 2:

1) Metoden spett uten fylljord viser større avgang enn metodene flatrot og loddrett vegg. Forskjellen er statistisk sikker.

2) Metodene vanlig spade og T-plantning med hakke har gitt et dårligere resultat enn metodene flatrot og loddrett vegg. Disse metoder ble bare prøvd på 2 felter med brunjord eller brunjord-liknende jordprofil, og forskjellen er her ikke helt sikker.

3) Metoden flatrot viser stort sett mindre avgang enn loddrett, men en har for de fleste felter ikke funnet noen statistisk sikker forskjell.

Tabell 2.

Variansanalyse av prosent levende planter.  
*Analysis of variance for percentage of plants surviving.*

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Herred <i>District</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet <i>Number planted</i>	Revidert år <i>Inspec- ted year</i>	Varians- <i>Analysis of</i>
					Variaj. årsk. <i>Source of variation</i>
132	Trøgstad . . . . .	1937	2929	1938	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1949	—
175	Trøgstad . . . . .	1939	3891	1940	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1949	—
154	Brunlanes . . . . .	1938	1218	1939	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
155	Lardal . . . . .	1938	1106	1939	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
156	Lardal . . . . .	1938	1532	1939	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
168	Lardal . . . . .	1939	2724	1940	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
152	Skoger . . . . .	1938	1712	1939	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
153	Skoger . . . . .	1938	1830	1939	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
167	Skoger . . . . .	1939	2296	1940	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
176	Hurum . . . . .	1939	1269	1940	5 metoder
»	— . . . . .	»	»	1948	—
254	Hurum . . . . .	1946	4896	1947	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	—
219	Ås . . . . .	1943	2232	1944	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1949	—
236 <sub>1</sub>	Ås . . . . .	1944	2600	1945	2 metoder



Forsøksflater på Østlandet.

Experimental plots in Østlandet.

analyse variance		$x^2$	Group pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grp. <i>Mean for the methods arranged in groups</i>
Feil Error DF	Kvotient F Quotient			Prosent levende planter <i>Percentage of plants surviving</i>
4	3,69	1,91		e, c (92—96)
»	3,82	0,04		e, c (70—75)
22	2,08	1,06		c, e, a (60—64—66)
»	6,51**	0,48	I	c, e (40—42)
			II	a (49)
9	1,30	0,52		a, c (82—86)
»	1,18	0,68		a, c (68—73)
11	3,00	2,20		a, c (76—80)
»	4,85*	0,08	I	a (63)
			II	c (69)
39	1,75	0,32		a, c (76—80)
»	4,53*	0,03	I	a (53)
			II	c (59)
46	5,64**	0,09	I	a, e (79—80)
			II	c (86)
»	4,84*	0,32	I	e, a (62;—65)
			II	c (71)
30	3,80*	3,15		e, c, a (67—73—76)
»	4,01*	0,27	I	e, c (45—47)
			II	a (54)
30	2,61	0,97		a, c (80—83)
»	4,93*	0,15	I	a (58)
			II	c (63)
38	6,83**	1,68	I	e (71)
			II	c, a (80—81)
»	7,68**	0,24	I	e (24)
			II	a, c (31—34)
40	4,88**	8,14	I	e (54)
			II	a, c, b, d (59—62—72—74)
»	5,78***	5,38	I	e (36)
			II	a, c, b, d (48—50—54—64)
35	(1,10)	1,34		a, c (35—34)
»	(2,15)	0,91		c, a (29—30)
30	(1,37)	4,03*		a, c (92—93)
»	(2,65)	0,45		c, a (68—70)
19	9,05**	0,81	I	a (89)
			II	c (92)

Tabell 2. (forts.)

Variansanalyse av prosent levende planter.

*Analysis of variance for percentage of plants surviving.*

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Herred <i>District</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet <i>Number planted</i>	Revidert år <i>Inspec- ted year</i>	Varians- <i>Analysis of</i>
					Variasj.årsk. <i>Source of variation</i>
»	Ås .....	»	»	1951	2 metoder
236 <sub>2</sub>	— .....	1945	1215	1946	—
»	— .....	»	»	1951	—
193	Eidsvoll .....	1941	900	1942	2 metoder
»	— .....	»	»	1950	—
196	Eidsvoll .....	1941	1913	1945	2 metoder
»	— .....	»	»	1951	—
242 <sub>1</sub>	Vardal .....	1945	1200	1947	2 metoder
»	— .....	»	»	1951	—
242 <sub>2</sub>	Vardal .....	1945	3360	1947	4 metoder
»	— .....	»	»	1951	—
242 <sub>3</sub>	Vardal .....	1947	1080	1949	4 metoder
»	— .....	»	»	1951	—

**2. Felter i Nord-Trøndelag.**

Av sammendraget for feltene i Nord-Trøndelag (tab. 3) framgår at planteavgangen er relativt liten på samtlige felter. Metodene loddrett vegg (a) og flatrot (c) er prøvd alene på 3 felter, nemlig 68, 146 og 202. På feltene 68 og 202 er det ingen sikker forskjell mellom disse to metoder, men på felt 146 har en etter to vegetasjonsperioder fått en varianskvotient med en stjerne og etter elleve vegetasjonsperioder to stjerner i flatrotmetodens favør.

Videre sees at metodene loddrett vegg (a) og flatrot (c) er representert på samtlige felter i Nord-Trøndelag, og at flatrot bare har den største planteavgang på felter i Grong (133<sub>1</sub> og 2) og på felt 149 på Namdalseid.

Forsøksflater på Østlandet.

*Experimental plots in Østlandet.*

analyse variance		$x^2$	Grup- pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grp. <i>Mean for the methods arranged in groups</i>
Feil Error DF	Kvotient F Quotient			Prosent levende planter <i>Percentage of plants surviving</i>
»	4,25	1,03		a, c (78—81)
12	6.27*	2,68	I	a (86)
			II	c (91)
»	1,65	0,27		a, c (79—82)
17	6.94*	1,85	I	a (77)
			II	c (85)
»	6,70*	0,54	I	a (70)
			II	c (76)
17	3,13	0,66		a, c (91—93)
»	1,39	0,37		a, c (89—90)
19	5.12*	0,67	I	a (77)
			II	c (82)
»	2,84	0,68		a, c (72—76)
81	2,02	0,60		h, i, a, c (79—80—82—84)
»	2,95*	2,65	I	h (66)
			II	i, a, c (71—73—73)
24	4,05*	2,22	I	h, i (84—85)
			II	a, c (92—94)
»	1,05	5,62		h, i, c, a (81—82—85—87)

Ved å studere tab. 1 sees at der på feltene 133 er et tykt humusdekke av fibrøs råhumus. Metoden flatrot uten fylljord bør en ikke anvende på slike marker. Derimot viser det seg at metoden flatrot med fylljord har gitt det beste resultat, og på felt 133, er denne blitt utskilt som egen gruppe og middeltallet ligger 12 enheter høyere enn for flatrot uten fylljord. Fylljorden synes også å ha virket gunstig på felt 149.

Spett med og uten fylljord er sammen med loddrett og flatrot prøvet på 5 felter. På felt 151 har en fått utslag for spett uten fylljord (e). Denne metoden er skilt ut som den dårligste gruppe.

Metoden vanlig spade (h) er prøvd på felt 252 sammen med spett med fylljord (f), loddrett vegg (a) og flatrot (c) og er skilt ut som

Tabell 3.

Variansanalyser av prosent levende planter.  
*Analysis of variance for percentage of plants surviving.*

Flate nr. <i>Plot nr.</i>	Herred <i>District</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet antall <i>Number planted</i>	Revidert år <i>Inspec- ted year</i>	Varians- <i>Analysis of</i>
					Variasj.års. <i>Source of variation</i>
59	Namdalseid . . . . .	1931	816	1932	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	3 metoder
68	Namdalseid . . . . .	1931	980	1932	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	2 metoder
147	Namdalseid . . . . .	1938	709	1944	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	3 metoder
149	Namdalseid . . . . .	1938	886	1944	4 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	4 metoder
146	Namdalseid . . . . .	1942	3603	1943	2 metoder
»	— . . . . .	»	»	1952	2 metoder
252	Namdalseid . . . . .	1946	3000	1948	4 metoder
»	— . . . . .	»	»	1952	4 metoder
323	Namdalseid . . . . .	1952	1740	1953	3 metoder
133 <sup>I</sup>	Grong . . . . .	1936	1653	1937	4 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	4 metoder
133 <sub>2</sub>	Grong . . . . .	1938	1599	1939	4 metoder
»	— . . . . .	»	»	1950	4 metoder
251	Klinga . . . . .	1946	1140	1947	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1952	3 metoder
151 <sub>1</sub>	Harran . . . . .	1938	1992	1940	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1952	3 metoder
152 <sub>2</sub>	Harran . . . . .	1938	1812	1940	3 metoder
»	— . . . . .	»	»	1952	3 metoder
202	Overhalla . . . . .	1942	2011	1943	2 metoder
»	» . . . . .	»	»	1952	2 metoder



Forsøksfelter i Trøndelag.

*Experimental plots in Trøndelag.*

analyse of variance		x <sup>2</sup>	Grup- pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grup. <i>Mean for the methods arranged in groups</i> - Prosent levende planter <i>Percentage of plants surviving</i>
Feil Error DF	Kvotient Quotient F			
18	(2,63)	0,51		a, j, c (97—97—98)
»	2,27	1,42		a, j, c (89—89—94)
9	(6,34)	0,01		c, a (93—94)
»	(50,62)	0,69		c, a (84—84)
22	(2,68)	0,73		e, a, c (77—80—82)
»	(3,14)	0,53		e, a, c (75—75—79)
9	(1,03)	1,79		c, a, b, d, (84—88—88—88)
»	(1,24)	0,99		c, b, a, d, (83—86—87—87)
25	5,47*	5,37*	I	a (72)
			II	c (78)
»	7,78**	0,01	I	a (58)
			II	c (65)
72	20,40***	10,97*	I	h (60)
			II	f, a, c (78—79—82)
»	15,13***	1,29	I	h (53)
			II	f, a, c (70—70—70)
56	2,93	4,46		e, c, f (90—93—94)
33	4,73**	1,45	I	c, a, b (72—75—76)
			II	d (84)
»	1,66	4,22		c, a, b, d (68—72—74—74)
33	2,87	2,40		c, b, d, a (89—90—90—94)
»	(6,50)	1,18		c, a, b, d (72—72—73—74))
36	(2,03)	0,24		a, f, c (93—93—94)
	(2,28)	2,73		a, c, f (85—85—86)
8	8,33*	7,33*	I	e (87)
			II	a, c (92—96)
»	6,22*	7,20*	I	e (82)
			II	a, c (90—91)
8	3,09	1,31		a, e, c (80—81—87)
»	1,43	1,30		a, e, c (62—64—69)
7	1,23	0,69		a, c (84—86)
»	(4,77)	0,00		a, c (72—73)

den dårligste gruppe. Middeltall for prosent levende planter er 60, mens det for de andre nevnte metoder er henholdsvis 78, 79 og 82. Forskjellen har holdt seg til siste revisjon som er utført 7 år etter plantingen. Metoden (h) ble bare undersøkt på dette felt og materialet er derfor for lite til å kunne trekke sikre slutninger.

Metoden kuppelplantning (j) er undersøkt på felt 59 sammen med loddrett (a) og flatrot (c). Forsøksfeltet ligger på en brunjordliknende profiltype med moldartet humusdekke (jfr. tab. I), og en har ikke funnet noen sikker forskjell mellom metodene. Kuppelplantning viste seg å være meget arbeidskrevende og er derfor ikke tatt med ved senere forsøk.

Av resultatene i tabell 3 kan en slutte følgende:

Det er ikke funnet noen statistisk sikker forskjell mellom metodene, men flatrot har stort sett gitt den minste avgang og spett uten fylljord den største.

I Nord-Trøndelag, der det som regel er rikelig nedbør i vegetasjonsperioden, vil en oppnå tilfredsstillende resultater for samtlige undersøkte metoder. På utpregede råhumustyper bør en imidlertid bruke fylljord.

### 3. Felter i Vardal og Brekken.

Våren 1951 og 1952 ble det anlagt Split-Plot forsøk i Vardal og Brekken. Hovedformålet med disse var å få vurdert arbeidernes betydning statistisk.

I tabell 6 sees at kjikvadratene for feltene 290—291 og 314<sup>D</sup> er signifikante. Metodene kan imidlertid a priori deles i to grupper etter arbeidets utførelse, nemlig i ikke avflekking (a<sup>1</sup>, e, f og h) og avflekking (a, b, c og d). En kan derfor gjøre separate analyser for hver gruppe og får således vurdert arbeidernes betydning så nøyaktig som mulig. Det er ikke funnet signifikante kjikvadrater for gruppene.

Tabell 4 viser et eksempel på hvorledes materialet er satt opp for statistisk analyse. Tallene gjelder felt 297 ved annet revisjonsår. Tabell 5 er nøkkelen for beregningen av varianskvotienter.

Betraktes hovedrutene som varianter i forsøkene, får en en toveisgruppering mellom blokk og arbeider.

$$F = \frac{\text{Arbeider}}{\text{Samspill arb./blokk}} = \frac{69,46}{22,98} = 3,02.$$

Tab. 4.

Flate 297. Plot 297.

Blokke <i>Blocks</i>	Arbeidere <i>Workers</i>	Plantemetode <i>Method of planting</i> Antall levende planter pr. rad. <i>Number of plants surviving per row</i>								Sum <i>Total</i>
		a	b	c	d	e	f	g	h	
1	A	20	21	22	26	15	21	18	17	160
	B	18	16	21	18	21	19	18	19	150
	C	23	24	29	24	21	21	22	24	188
	D	27	26	29	29	21	27	22	23	204
	Sum	88	87	101	97	78	88	80	83	702
2	A	27	27	21	27	20	24	16	22	184
	B	26	27	28	23	24	24	20	20	192
	C	25	23	28	29	26	25	20	21	197
	D	25	29	26	29	22	22	17	18	188
	Sum	103	106	103	108	92	95	73	81	761
3	A	19	20	25	20	18	21	17	17	157
	B	16	21	22	20	24	25	18	18	164
	C	24	27	27	27	18	23	18	27	191
	D	18	23	22	29	13	25	24	25	179
	Sum	77	91	96	96	73	94	77	87	691
4	A	20	15	24	21	26	21	21	24	172
	B	19	25	24	26	8	17	14	22	155
	C	23	26	26	27	25	24	24	26	201
	D	19	27	21	27	18	27	21	20	180
	Sum	81	93	95	101	77	89	80	92	708
5	A	23	27	29	24	21	20	25	21	190
	B	23	24	29	26	25	25	21	27	200
	C	25	28	29	28	26	28	21	26	211
	D	18	26	25	22	19	25	16	24	175
	Sum	89	105	112	100	91	98	83	98	776
6	A	26	28	29	22	27	26	25	26	209
	B	21	26	27	27	20	26	20	20	187
	C	25	27	29	27	18	28	21	26	201
	D	27	29	25	30	24	25	26	23	209
	Sum	99	110	110	106	89	105	92	95	806

Forts. neste side.

Tab. 4. (forts.)

Flate 297. Plot 297.

Blokker <i>Blocks</i>	Arbeidere <i>Workers</i>	Plantemetode <i>Method of planting</i> Antall levende planter pr. rad. <i>Number of plants surviving per row</i>								Sum <i>Total</i>
		a	b	c	d	e	f	g	h	
7	A	24	25	17	27	21	28	24	21	187
	B	23	26	22	21	25	20	26	23	186
	C	21	29	19	28	26	25	22	17	187
	D	21	28	24	23	14	23	20	17	170
	Sum	89	108	82	99	86	96	92	78	730
1—7	A	159	163	167	167	148	161	146	148	1 259
1—7	B	146	165	173	161	147	156	137	149	1 234
1—7	C	166	184	187	190	160	174	148	167	1 376
1—7	D	155	188	172	189	131	174	146	150	1 305
Sum (Total)		626	700	699	707	586	665	577	614	5 174
Middel (Mean)		22,36	25,00	24,96	25,25	20,93	23,75	20,61	21,93	
% levende planter <i>Percentage of plants Surviving</i>		75	83	83	84	70	79	69	73	



Tab. 5.

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	Kvadrat- sum <i>Sums of squares</i>	Frihets- grader DF	Middel- kvadrat <i>Variance</i>
Arbeidere..... <i>Workers</i>	208,37	3	69,46
Blokker ..... <i>Blocks</i> .....	345,52	6	57,59
Samspill: arbeider—blokk ..... <i>Interaction: worker—block</i> .....	413,70	18	22,98
Metode ..... <i>Method</i> .....	699,55	7	99,94
Samspill: arbeider—metode .... <i>Interaction: Worker—method</i>	161,34	21	7,68
Samspill: metode—blokk ..... <i>Interaction: method—block</i>	395,27	42	9,41
Feil ..... <i>Error</i> .....	1 096,09	126	8,70
Sum ..... <i>Total</i> .....	3 319,84	223	

En finner ingen statistisk sikker forskjell mellom arbeiderne.

For å bedømme samspilleffekten mellom arbeider og metode er

$$\text{benyttet testen } F = \frac{\text{samspill arb./metode}}{\text{feil}} = \frac{8,70}{7,68} = (1,13) \text{ Denne}$$

kvotient er ikke signifikant, og for de fire arbeiderne innbyrdes blir det således statistisk samme forskjell mellom metodene.

Arbeiderne kan i forsøkene betraktes som et tilfeldig utvalg.

Resultatet av analysene (tabell 6) blir at det for feltene i Vardal og Brekken stort sett ikke kan påvises sikker forskjell mellom arbeiderne. Variasjonen for samspillet mellom arbeider og metode er ikke signifikant.

Tabell 6. Variansanalyse av prosent levende planter.

*Analysis of variance for percentage of plants surviving.*

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet antall <i>Number planted</i>	Revidert år <i>Inspected year</i>	Varians- Analysis
				Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>
266 <sub>1</sub>	1948	9540	1949	6 metoder
»	»		1952	6 metoder
267	1948	5460	1949	7 metoder
»	»	»	1950	7 metoder
»	»	»	1951	7 metoder
266 <sub>2</sub>	1949	20160	1950	7 metoder
»	»	»	1952	7 metoder
284	1950	10560	1951	8 metoder
»	»	»	1952	8 metoder
285 <sub>1</sub>	1950	3840	1951	8 metoder
»	»	»	1952	8 metoder
285 <sub>2</sub>	1951	6720	1952	8 metoder 4 arbeidere
297	1951	6720	1952	Samspill: arbeider-metode 8 metoder 4 arbeidere
314 D	1952	6400	1953	Samspill: arbeider-metode 5 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode

Forsøksfelter i Vardal og Brekken.  
*Experimental plots in Vardal and Brekken.*

analyse of variance		$x_2$	Grup- pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grp. <i>Mean for the methods arranged in grp.</i>  Prosent levende planter <i>Percentage of plants surviving</i>
Feil Error DF	Kvotient Quotient F			
260	5,44***	3,20	I II III	e (73) b, c, f, a (76—77—77—79) d (81)
»	4,25**	1,62	I II	e, c, b, f, a (63, 66, 66, 67, 67) d (71)
150	3,50**	4,59	I II	g (59) e, f, c, b, a, d (62—65—68—69—70— 72)
»	3,97***	2,96	I II	g, e (48—49) f, b, c, a, d (52—56—57—59—59)
»	1,59	2,53		e, g, f, c, b, a, d (41—41—44—46— 46—48—49)
570	6,98***	7,28	I II	g, e (69—72) f, a, b, c, d (74—75—77—77—79)
»	2,63*	2,98	I II	g (58) e, a, b, f, c, d (60—61—62—62—64— —64)
301	8,26***	6,64	I II III	e (58) g, h, a, b, f, d (64—66—68—69— 70—72) c (74)
»	7,61***	3,92	I II III	e, g (48—52) h, a, f, b, d (54—56—59—60—61) c (65)
105	8,92***	13,96	I II	g, h, e (72—74—76) a, f, d, b, c (81—83—86—89—89)
»	8,89***	13,34	I II	g, h, e (69—70—73) a, f, d, b, c (78—81—83—87—87)
189	2,43*	11,14	I	e (68)
18	(2,49)		II	g, h, b, f, a, c, d (74—77—77—78— 79—79—83)
126	(1,04)			
189	11,43***	7,69	I	g, e, h, a (69—70—73—75)
18	3,02		II	f, c, b, d (79—83—83—84)
126	(1,13)			
156	22,56***	16,89**		
27	(1,06)			
108	(1,03)			

Tabell 6. Variansanalyse av prosent levende planter.  
*Analysis of variance for percentage of plants surviving.*

Flate nr <i>Plot no.</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet antall <i>Number planted</i>	Revidert år <i>Inspected year</i>	Varians- Analysis
				Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>
314 D	1952	2560	1953	2 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
314 D	1952	3840	1953	3 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
314 F	1952	1296	1953	6 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
274	1950	3150	1951	7 metoder
»	»	»	1952	7 metoder
275	1950	3570	1951	7 metoder
»	»	»	1952	7 metoder
276	1950	3570	1951	7 metoder
»	»	»	1952	7 metoder
277	1950	3360	1951	7 metoder
»	»	»	1952	7 metoder
290	1951	4096	1952	8 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
290	1951	2048	1952	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
290	1951	2048	1952	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
291	1951	4096	1952	8 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode



Forsøksflater i Vardal og Brekken.

*Experimental plots in Vardal and Brekken.*

analyse of variance		x <sup>2</sup>	Grup- pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grp. Mean for the methods arranged in grp.
Feil Error DF	Kvotient Quotient F			Prosent levende planter. Percentage of plants surviving
39	3,34	0,59		a, c (88—91)
27	1,04			
27	(2,13)			
78	(3,03)	0,55		e, f, a <sup>1</sup> (78—78—79)
27	(1,60)			
54	1,66			
115	4,12**	7,62	I	e (86)
15	6,31**		II	f, b, a, c, d (89—93—95—95—95)
75	1,04			
84	1,72	11,27		h, f, e, b, a, c, d (84—85—88—89— 90—91—92)
»	2,16	15,70		h, f, e, b, a, d, c (82—84—86—88— 90—90—91)
96	1,56	20,61**		h, d, f, e, c, a, b (89—89—91—92— 92—92—94—95)
»	1,94	13,82*		h, d, f, e, c, a, b (88—88—89— 90—91—93—94)
96	2,41*	6,76	I	f (83)
			II	e, c, h, a, b, d (86—88—88—90— 91—91)
»	1,09	4,54		e, f, h, a, b, c, d (81—82—82—85— 85—85—88)
90	2,78*	6,11	I	h (92)
			II	a, e, b, f, c, d (94—94—95—95—95— —97)
»	2,70*	11,21		h, e, a, b, c, f, d (91—92—94—95— 95—95—96)
217	(1,35)	20,59**		
21	(2,40)			
47	1,09			
93	1,12	6,30		d, b, c, a (91—92—93—94)
21	(1,96)			
63	1,54			
93	(5,12)	1,77		e, g, h, f (90—91—91—92)
21	1,40			
63	(2,17)			
217	3,12**	19,23**		
21	(1,04)			
47	1,00			

Tabell 6

Variansanalyse av prosent levende planter.

*Analysis of variance for percentage of plants surviving.*

Flate nr. <i>Plot nr.</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet antall <i>Planted number</i>	Revidert år <i>Inspected year</i>	Varsians- <i>Analysis</i>
				Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>
291	1951	2048	1952	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
291	1951	2048	1952	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
292	1951	4096	1952	8 metoder  4 arbeidere Samspill: arbeider-metode

Arbeidernes betydning har således statistisk vært av en underordnet karakter, og en kan trekke generelle konklusjoner for metodenes vedkommende. Dette støtter i denne henseende de resultater en er kommet til for feltene i Nord-Trøndelag og de spredte felter på Østlandet, der det ikke er tatt hensyn til arbeiderne som som mulig variasjonsårsak.

Når det gjelder å bedømme metodeeffekten i Split-Plot forsøkene, har en brukt liknende feil som i tabell 7 for felt 297. Arbeider og blokk er her slått sammen til et kjennetegn, da det ikke er funnet noen påviselig samspilleffekt mellom arbeider og metode. En får på denne måte en toveisgruppering mellom metode og hovedruter som blir blokker.

$$\text{Kvotienten } F = \frac{\text{Metode}}{\text{Feil}} = \frac{99.94}{8.74} = 11.43 *** \text{ er signifikant.}$$

Den videre undersøkelse har gitt som resultat (se tabell 6) at det er funnet en statistisk sikker forskjell mellom metodene Grønlands spade (g), spett uten fylljord (e), vanlig spade (h) og loddrett vegg uten fylljord (a) på den ene side og metodene spett med fylljord (f), flatrot uten fylljord (c), loddrett vegg med fylljord (b) og flatrot med fylljord (d) på den annen side.

Forsøksflater i Vardal og Brekken.

*Experimental plots in Vardal and Brekken.*

analyse of variance		x <sup>2</sup>	Grup- pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grp. <i>Mean for the methods arranged in grp.</i>  Prosent levende planter. <i>Percentage of plants surviving</i>
Feil Error DF	Kvotient Quotient F			
93	(1,12)	7,80		a, b, c, d (84—88—88—89)
21	(1,36)			
63	1,05			
93	(1,13)	3,97		e, f, g, h (79—79—82—82)
21	(1,06)			
63	1,10			
217	1,62	7,31		g, f, h, e, c, a, b, d (84—84—85— 88—88—88—88—90)
21	1,30			
147	1,35			

Av sammendraget framgår videre for annet revisjonsår at de undersøkte metoder på felt 266 er skilt ut i 3 grupper. Spett uten fylljord (e) er dårligst og danner egen gruppe. Loddrett vegg med fylljord (b) går sammen med flatrot uten fylljord (c), spett med fylljord (f) og loddrett vegg uten fylljord (a) i en gruppe. Metoden flatrot med fylljord (d) er best og skilt ut som egen gruppe.

For felt 267 har en fått det dårligste resultat for Grønlands spade. De øvrige metoder e, f, c, b, a og d går i samme gruppe, men flatrot med fylljord viser det største middeltall for prosent levende planter.

På felt 266<sub>2</sub> er det undersøkt 7 metoder. Grønlands spade (g) og spett uten fylljord (e) går i den dårligste gruppe, og metodene spett med fylljord (f), loddrett vegg u. f. (a), loddrett vegg m. f. (b), flatrot uten fylljord (c) og flatrot med fylljord (d) er i samme gruppe, men også her har en fått de største middeltall for flatrotmetodene.

Felt 284 er meget stort og omfatter 10 560 planter. Spett uten fylljord (e) er skilt ut som den dårligste gruppe med et middeltall av prosent levende planter på 58. Flatrot uten fylljord går i den

Tabell 7.

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	Kvadrat- sum <i>Sums of squares</i>	Frihets- grader <i>D F</i>	Middel- kvadrat <i>Variance</i>
Arbeidre + blokker ..... <i>Workers + blocks</i> .....	967,59	27	
Metoder ..... <i>Methods</i> .....	699,55	7	99,94
Feil ..... <i>Error</i> .....	1652,70	189	8,74
Sum ..... <i>Total</i> .....	3319,84	223	

$$F = \frac{\text{Metode}}{\text{Feil}} = \frac{99,94}{8,74} = 11,43^{***}$$

beste gruppe med 74 prosent levende planter. De øvrige metoder g, h, a, b, f og d sorterer i den mellomste gruppe, men også her har flatrot med fylljord det største middeltall.

På felt 285<sub>1</sub> viser metodene g, h og e den største avgang. Liknende forhold gjør seg gjeldende på felt 285<sub>2</sub>, men forskjellen mellom de nevnte metoder og de øvrige er ikke så markant.

Ved anlegget av forsøkene i 1952 ble det brukt større flekkarealer enn tidligere. (Se avsnittet om tidsstudier side 353 og tabell 14 hvor bl. a. flekkarealene er oppført).

Flekkenes størrelser synes ikke å ha hatt noe innflytelse på planteavgangen.

For felt 314<sup>D</sup> er det et tydelig skille mellom metodene a og c på den ene side og metodene e, f og a<sup>1</sup> på den annen.

Når det gjelder felt 314<sup>F</sup> viser analysene at en har fått et liknende resultat som for felter anlagt før 1952.

Av resultatene kan en trekke følgende konklusjoner:

1. Planteavgangen er størst for metodene Grønlands spade (g), vanlig spade (h) og spett uten fylljord (e). Forskjellen mellom disse metoder og de øvrige er statistisk sikker, og spett med fyll-



jord (f) sorterer således stort sett under samme gruppe som avflekkingemetodene.

2. Ser en imidletrid feltene under ett, er det innen avflekkingemetodene en forskjell i den retning at flatrot har gitt den minste avgang. Ved å bruke fylljord har en ikke fått noe nevneverdig positivt utslag.

3. Flekkarealenes størrelser synes ikke å spille noen særlig rolle for planteavgangen.

I Brekken har værforholdene under og etter plantingen vært gunstige. En har ikke hatt skader av snutebiller, da feltene er anlagt i rene bjørkebestand. På grunn av disse forhold er det meget liten avgang på samtlige felter. Middeltallet for prosent levende planter ligger etter to vegetasjonsperioder på ca. 90.

Det er ikke funnet noen statistisk sikker forskjell mellom metodene, men avflekkingemetodene har stort sett gitt det beste resultat.

#### **4. Lønningssystemets innvirkning på planteavgangen.**

Som det framgår av tabell 1 ble lønningssystemet forandret i Vardal fra og med våren 1949. Tidligere bruktes dagbetaling, men siden er all planting i Vardal utført etter akkord. Det er utsatt ca. 56 000 planter siden en begynte med dette. En tredjedel av forsøksmaterialet er altså plantet ut etter akkordsystemet.

Akkordplanting har mange fordeler. Det er lettere å få habile arbeidsfolk, da de tjener mer pr. dag enn ved vanlig dagbetaling. Arbeidsprestasjonene blir meget større, og plantingen går raskere. Det er således en fordel både for arbeidsgiver og arbeider.

Mange er ennu skeptiske når det gjelder akkordbetaling for planting, da de mener at plantearbeidet blir dårligere utført. Det er imidlertid ingen vanskelighet å finne et effektivt kontrollsystem. I Vardal har vi plantet etter snorer og da er det meget lett å kontrollere både planteavstand og arbeidets kvalitet for de forskjellige arbeidere.

I Bangdalsbruget måler de ut et bestemt areal til hver arbeider og når plantefeltet er tilplantet, kontrollerer plantelederen planteantall og arbeidets utførelse på små prøveflater. For førsteklasses arbeid gis ekstra tillegg til akkordprisen. Flere større skogfirmaer har gått over til denne kontrollmetode.

Under plantingen i Vardal våren 1950 ble det anlagt et felt

der en sammenliknet planting utført for dagbetaling og for akkord.

Akkordplantingen ble utført av de 4 skogsarbeidere som vanligvis utfører plantingen i Vardal. Det som ble satt ut etter dagbetalingen, ble plantet av Skogforsøksvesenets ekstraassistenter, hvorav 2 var forstkandidater og 4 var skogteknikere.

Disse tall viser at en ved akkordplanting får like godt resultat som når arbeidet er dagbetalt, hvis en nytter vante og solide arbeidere.

Tabell 8. Resultat av planting etter akkord og etter dagbetalt arbeide.  
*Results from planting by contract and per day.*

Lønnings- system <i>Wage system</i>	Utplantet antall <i>Number planted</i>	Prosent levende planter etter 2 vegetasjonsperioder <i>Percentage of plant surviving after 2 vegetation periods</i>
Akkord ..... <i>Contract</i> .....	2220	82
Pr. dag ..... <i>Per day</i> .....	2460	81

### 5. Planteavgangen under forskjellige vegetasjons- og jordbunnsforhold.

Av tallene i tab. 1, 2, 3 og 6 er det foretatt en beregning av middeltallene for prosent levende planter etter 2. vekstperiode for metodene loddrett vegg og flatrot da disse metoder er representert på de fleste-felter. Det er inndelt etter vegetasjonstype, bonitet, jordprofil og humustype.

En ser av tab. 9 at tallene for prosent levende planter er like store for vegetasjonstypen Ca, profiltypen podsol og humustypen råhumus. Det er også samme tilslagsprosent for profiltypen brun-jord og humustypen mold. Derimot stemmer ikke vegetasjonstypene A, B og C<sub>a</sub> overens med bonitetene 1, 2 og 3. Dette beror på at der i materialet inngår en rekke felter fra fjellskog, der vegetasjonstypen tilhører A og B, men at marken likevel tilhører 3. bonitet på grunn av h. o. h.

Når tilslaget synes å ha vært større på bonitet 3 enn på bonitet 2 skyldes det at de aller fleste felter på bonitet 3 ligger i Trønde-

Tabell 9. Middeltall beregnet av tab. 1, 2, 3 og 6.  
*Mean value calculated from tab. 1, 2, 3 and 6.*

Beregnet for: <i>Calculated for:</i>		Prosent levende planter <i>Percentage of plant surviving</i>	
		Loddrett <i>The Bar-slit</i>	Flatrot <i>The Flat-root</i>
		<i>Method</i>	<i>Method</i>
Vegetasjonstype . . . . . <i>Type of vegetation . . . . .</i>	A	83	85
	B	85	86
	C a	84	84
Bonitet . . . . . <i>Siti quality . . . . .</i>	1	85	88
	2	80	81
	3	86	86
Profil . . . . . <i>Profile . . . . .</i>	Brunjord <i>Brown-soil</i>	86	88
	Podsol <i>Podsol</i>	83	84
Humustype . . . . . <i>Type of humus . . . . .</i>	Mold <i>Mould</i>	86	89
	Råhumus <i>Raw-humus</i>	83	84

lag der tilslagsprosenten som tidligere nevnt er betydelig større. Middeltallene for flatrot er som regel litt større enn for loddrett vegg.

### Plantehøyden.

Høyden er målt i cm med klasser på 5—10 cm alt etter plante-feltets alder. Betraktes middelhøyden av antall levende planter pr. rad som variant i forsøkene, kan materialet for variansanalyse settes opp i en tosidig inndeling med blokk og metode som side-ordnede kjennetegn.

Tabell 10 er et sammendrag av slike analyser for feltene i Trøndelag og på Østlandet og gjelder for siste revisjon.

Det er funnet sikker forskjell mellom høydene for metode lodd-

Tabell 10.

Variansanalyse av plantehøyde.

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Herred <i>District</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Ut- plantet <i>Number planted</i>	Revidert år <i>Inspec- ted year</i>	Varians- <i>Analysis of</i>
					Variasj.års. <i>Source of variation</i>
132	Trøgstad .....	1937	2929	1949	2 metoder
175	— .....	1939	3891	1949	3 metoder
154	Brunlanes .....	1938	1218	1950	2 metoder
155	Lardal .....	1938	1106	1950	2 metoder
156	— .....	1938	1532	1950	2 metoder
152	Skoger .....	1938	1712	1950	3 metoder
153	— .....	1938	1830	1950	2 metoder
167	— (proveniens Hartz) .....	1939	2296	1950	3 metoder
176	Hurum (proveniens Hartz) .....	1939	1269	1948	5 metoder
219	Ås .....	1943	2232	1949	2 metoder
236 <sub>1</sub>	— .....	1944	2600	1951	2 metoder
236 <sub>2</sub>	— .....	1945	1215	1951	2 metoder
193	Eidsvoll .....	1941	900	1950	2 metoder
196	— .....	1941	1913	1951	2 metoder
242 <sub>1</sub>	Vardal .....	1945	1200	1951	2 metoder
242 <sub>2</sub>	— .....	1945	3360	1951	4 metoder
242 <sub>3</sub>	— .....	1947	1080	1951	4 metoder
266 <sub>1</sub>	— .....	1948	9540	1952	6 metoder
59	Namdalseid .....	1931	816	1950	3 metoder
68	— .....	1931	980	1950	2 metoder
147	— .....	1938	709	1950	3 metoder
149	— .....	1938	886	1950	4 metoder
146	— .....	1942	3603	1952	2 metoder
252	Namdalseid .....	1946	3000	1952	4 metoder
133	Grong .....	1936	1653	1950	4 metoder
133 <sub>1</sub>	— .....	1938	1599	1950	4 metoder
251	Klinga .....	1946	1140	1952	3 metoder
151 <sub>1</sub>	Harran .....	1938	1992	1952	3 metoder
151 <sub>2</sub>	— .....	1938	1812	1952	3 metoder
202	Overhalla .....	1942	2011	1952	2 metoder

*Analysis of variance for height of plants.*

analyse variance		x <sup>2</sup>	Grup- pe Group	Middeltall for metodene ordnet i grupper Mean for the methods arranged in groups
Feil Error DF	Kvotient F Quotient			Høyde i cm Height in cm
4	14,17*	0,02	I	e (249)
			II	c (290)
22	(1,31)	1,58		e, c, a (173—174—181)
9	1,32	0,10		a, c (406—426)
11	(4,06)	0,63		c, a (202—206)
39	(5,39)	0,07		a, c (269—273)
30	1,29	5,41		c, e, a (217—229—231)
30	(9,46)	0,16		a, c (182—184)
38	3,15	0,36		e, a, c (150—151—184)
40	(1,05)	11,03*		e, a, b, c, d (142—151—155—156—162)
30	(2,75)	0,79		a, c (165—168)
19	2,65	0,13		a, c (168—175)
12	6,56*	0,29	I	a (140)
			II	c (151)
17	(1,31)	0,65		a, c (223—230)
17	1,28	0,23		a, c (154—157)
19	(1,67)	2,81		a, c (71—73)
81	(2,31)	4,47		i, a, h, c (72—73—73—73)
24	3,18*	1,79		i, h, c, a (53—55—56—60)
260	1,14	1,74		e, a, b, c, d, f (53—54—54—54— 54—54)
18	3,97*	0,33	I	a (313)
			II	j, c (340—347)
9	(11,19)	0,05		c, a (398—409)
22	(1,16)	1,72		c, e, a (135—138—143)
9	(1,49)	0,84		a, b, c, d (118—121—121—130)
25	(16,78)	0,00		a, c (109—110)
72	(2,02)	2,06		a, h, c, f (56—57—59—59)
33	(2,05)	1,08		c, a, d, b (152—155—160—161)
33	1,29	2,19		c, a, d, b (109—112—114—118)
36	(61,42)	1,25		c, f, a (74—74—75)
8	(1,75)	1,66		a, e, c (181—187—193)
8	(6,72)	0,39		a, e, c (157—158—161)
7	1,83	0,59		a, c (167—174)



rett vegg (a) og flatrot (c) på feltene 59 og 236<sub>2</sub>, hvor plante-høyden er størst for flatrot.

Videre er det for felt 132 funnet sikker forskjell mellom plante-høydene for metodene spett uten fylljord (e) og flatrot uten fylljord (c) der middelhøydene er henholdsvis 249 cm og 290 cm.

For felt 242<sub>3</sub> har en også fått signifikant F-verdi, men dette kan ikke tillegges nevneverdig betydning da metodene ikke kan ordnes i grupper.

Resultatet av de utførte variansanalyser blir at en for det enkelte felt ikke har fått noen statistisk sikker forskjell mellom plante-høydene for de ulike metoder. Ser en imidlertid resultatene for alle felter under et, viser det seg at flatrotmetoden har gitt det største middeltall og spett uten fylljord det minste.

Da planteavgangen i de forskjellige rader varierer, bygger den beregnede middelhøyde på forskjellige prosenter av de utsatte plan-

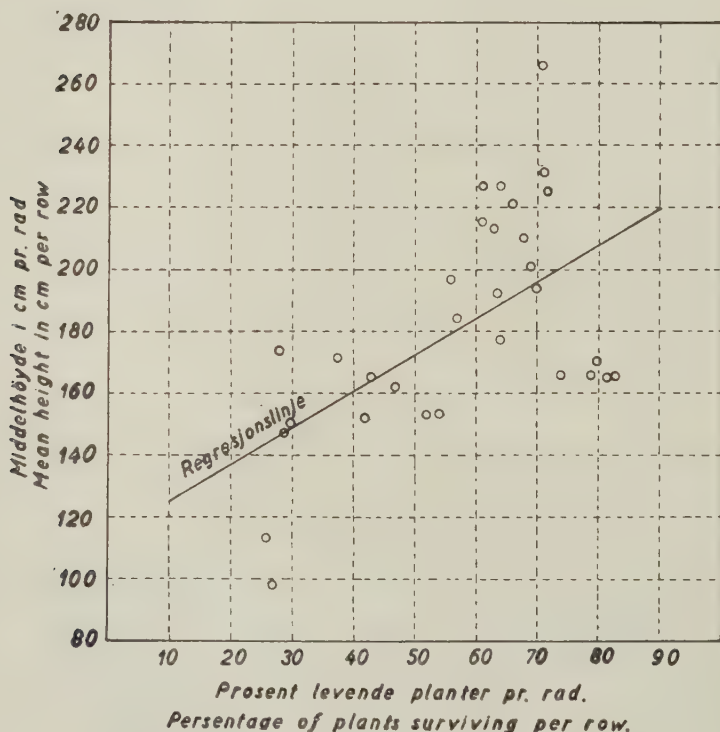


Fig. 3. Regresjonslinje for metoden loddrett vegg. Flate 153.

Fig. 3. Regression graph for the Side-hole Method. Plot 153.

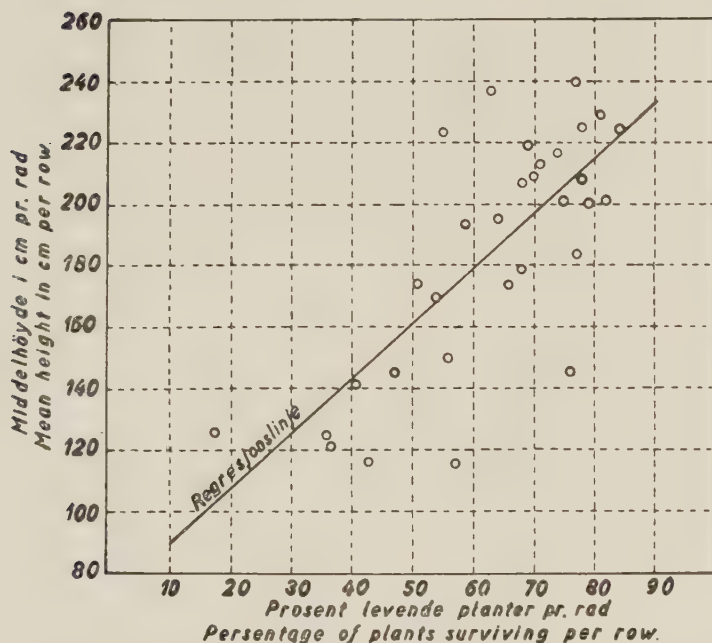


Fig. 4. Regresjonslinje for metoden flatrot. Flate 153.

Fig. 4. Regression graph for The Flat-root Method. Plot 153.

ter. Det kan derfor ha interesse å undersøke om disse størrelser er korrelerte.

Analyser er utført for de felter hvor det ved siste revisjon ble funnet sikker forskjell mellom metodenes planteavgang.

Variantparene kan fremstilles grafisk i et rettvinklet koordinat-system, hvor ordinaten er middelhøyde i cm pr. rad og abscissen prosent levende planter. Fig. 3 og 4 viser et eksempel på dette og gjelder for felt 153.

Punktsvermen tyder på at det er korelasjon mellom de to vari-  
anter, og at den rette linje gir et godt uttrykk for regresjonen.

For å få bragt på det rene om regresjonskoeffisientene ved-  
rørende metodene er statistisk sikkert skilt fra null, er t-verdier  
beregnet etter formelen:

$$t = \frac{b \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}}{s}$$

$$\text{hvor regresjonskoeffisienten } b = \frac{\sum (y - \bar{y})(x - \bar{x})}{\sum (x - \bar{x})^2}$$

$$\text{og } s = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n - 2}} \quad \text{er spredningen omkring regresjonslinjen.}$$

Tabell 11.

Regresjonsanalyser.

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Ut- plantet antall <i>Number planted</i>	Flatens alder år <i>Age of plot</i>	Metoder					
			a		b		c	
			b	t	b	t	b	t
175	3891	11	÷ 1,25	1,54			—1,42	1,90
155	1106	13	÷ 0,60	0,64			1,67	1,71
156	1532	13	÷ 0,48	0,79			0,32	0,56
152	1712	13	0,50	0,70			0,50	1,35
153	1830	13	1,18	3,68***			1,80	6,01***
167	2296	12	2,68	2,69*			1,49	1,40
176	1269	10	0,30	1,44	—0,16	0,46	0,16	0,35
193	900	10	0,59	1,43			1,40	2,58*
242 <sub>2</sub>	3360	7	0,27	3,54**			0,17	2,04
266 <sub>1</sub>	9540	5	0,15	2,24*	0,15	2,15*	0,35	6,72***
146	3603	11	÷ 0,10	0,33			—0,04	0,15
252	3000	7	0,20	1,97			0,17	1,20
151 <sub>1</sub>	1992	15	÷ 0,92	0,85			2,53	1,68

Tabell 11 er et sammendrag av de utførte analyser.

Det framgår av sammendraget at metodenes regresjonskoeffisienter er sikkert skilt fra null på felt 153 og 266<sub>1</sub>. For felt 167—193 og 242<sub>2</sub> er det ikke funnet sikkert utslag for henholdsvis metodene c, a og c, mens det derimot for de øvrige metoder er påvist sikker forskjell.

For å vurdere forskjellen mellom metodenes regresjonskoeffisienter på de fem felter har en benyttet en liknende kvotient som er beregnet på grunnlag av tabell 12.

Kvotienten  $F = \frac{1626,7}{812,9} = 2.00$  viser at det ikke er sikker forskjell.

De beregnede F-verdier er oppført i tabell 11, og en ser at det bare er funnet sikker forskjell for felt 266<sub>1</sub>. Kvotienten er imidlertid ikke nevneverdig større enn den verdi som i tabellen svarer til  $f = 206$  og  $p = 0.05$ , og en kan for feltene slutte at metodenes regresjonslinjer er parallelle.

Resultatet av analysen tyder på at korrelasjonen mellom plante-

*Analyses of regression.*

Methods										F
d		e		f		h		i		
b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	
0,90	1,05	÷ 1,57	1,72							2,00 (1,45)
		1,33	2,00							
		3,10 0,31	3,37** 0,39							
0,33	6,72***	0,31	5,01***	0,20	3,02**	0,41	7,86***	0,27	3,10**	1,41 1,34 2,40*
				0,18	1,43	0,04	0,34			
		÷ 9,02	2,47							

Tabell 12.

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	Restkvadrat <i>Square of rest</i>	DF	Middelrestkvadrat <i>Variance</i>
Forskjell mellom metodenes regresjonskoeffisienter . . . . . <i>Difference between regression coefficients of planting meth.</i>	1626,7	1	1626,7
Variantene i forhold til metodenes regresjonslinjer . . . <i>Variants in relation to regression of planting methods . . . .</i>	47147,6	58	812,9
Varianter i forhold til de parallelle regresjonslinjer innen metoder . . . . . <i>Variants in relation to parallel regression lines within planting methods . . . . .</i>	48774,3	59	

$$F = \frac{1626,7}{812,9} = 2,00$$

høyde og prosent levende planter i vesentlig grad er avhengig av jordvariasjonen på feltene. Den positive regresjon som er funnet for metodene på de fem felter kan derfor forklares på den måte at både høyde og antall levende planter pr. rad er blitt mindre jo ugunstigere vekstforholdene har vært.

Til slutt vil en gjøre merksam på at de utførte analyser gjelder innen plantemetodene, og har således ingen sammenheng med variansanalysen.

## B. Tidsstudier

### 1. Redegjørelse for arbeidet i marken.

I forbindelse med anlegget av Split-Plot forsøkene i Vardal, Brekken og Lysebo i 1951 og 1952 er utført tidsstudier. Hensikten med dette var å få undersøkt forskjellen i plantetid mellom metodene statistisk og på grunnlag herav beregne relative tider for å kunne sammenligne deres kostnader.

Den effektive arbeidstid pr. rad er tatt med stoppeklokke i tiendedels minutter. Anvendt tid til henting av planter, arbeidet med fylljorden, flytting av snorer og gang til ny rad inngår ikke i denne tid.

I Vardal og Lysebo er det imidlertid ved skogforsøksleder I. SAMSET utført detaljerte tidsstudier. Under dette arbeide ble bl. a. flekkarealene målt i  $\text{dm}^2$ . En har fått utlånt materialet for de nevnte operasjoner og oppgaver over flekkarealene. SAMSET skal publisere resultatene av tidsstudiene i Skogforsøksvesenets Meddelelser i et hefte som kommer senere, og en vil da få detaljerte oppgaver over den tid som går med til de forskjellige deloperasjoner samt hvorledes mark- og terrengvanskelighetene påvirker prestasjonene.

I Brekken er tatt tider for de fire arbeidere som har tilplantet felt 290 og 291, og da disse ikke var vant med å plante ble man enige om vanlig dagbetaling.

I Vardal og Lysebo er plantingen utført med fire øvde arbeidere som fikk lønn etter akkord. En kan derfor forutsette et jevnt arbeidstempo, og resultatet av disse undersøkelser bør derfor tillegges større vekt.

Metodene og arbeiderne er tilfeldig fordelt i forsøkene. Man



kan derfor regne med at arbeidstempoet på samtlige felter har vært individuelt.

Når det gjelder metodene, vil det individuelle moment ikke gjøre seg i den grad gjeldende for spett og spade som tilfellet er for avflekkingemetodene, hvor en særlig risikerer variasjon i flekkarealenes størrelser. Det viser seg videre at arbeiderne har en tendens til å bruke små flekker, særlig for loddrettmetoden. Dette har ført til at en som ny metode for loddrett også har forsøkt uten avflekking ( $a^1$ ), ved anlegget av feltene i Vardal og Lysebo i 1952. Samtidig fikk arbeiderne beskjed om å lage større flekker med noenlunde samme areal for flatrot og loddrett slik at man derved kunne få bragt på det rene om det da var noen sikker forskjell i tid mellom de to metoder.

## 2. Klassifisering av plantemarken.

Mark av vegetasjonstype A, B og  $C_a$  kommer fortrinnsvis på tale som plantefelter i Norge. Disse typer er representert på forsøksfeltene. På mark av samme vegetasjonstype kan imidlertid humuslagets tykkelse og beskaffenhet variere. Da disse faktorer vil influere på plantetiden, har en hva tidsstudiene angår, funnet det mest hensiktsmessig å inndele marken i humusklasser.

*Klasse I* er mark der en har et amorft og jevnt tynt humusdekke eller strødekke.

På mark av *Klasse II* derimot er humusdekke mer fibriøst og som regel sammenfiltret av røtter og utløpere. For denne klasse viser humusdekkets tykkelse stort sett større variasjon enn for klasse I.

Plantemarken i Norge vil for det meste tilhøre klasse II.

Da flekkarealenes størrelse varierer på feltene, har en inndelt plantearbeidet etter dette. Med små flekker menes at det midlere areal er ca.  $4 \text{ dm}^2$  ( $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ) og med store ca.  $9 \text{ dm}^2$  ( $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ).

Av øvrige faktorer som har betydning for plantetiden kan nevnes: Vegetasjon, hogstavfall, jordens steninnhold og markens hellingsforhold. Plantemarken er gitt betegnelsen «tung» når en eller flere av disse faktorer er til stede i en slik grad at plantingen vil bli hemmet herav. Med betegnelsen «lett» forstås at de nevnte faktorer ikke har noen innflytelse på plantetiden.

Av tabell 14 fremgår at felt 315 sorterer under klasse 1. Dette felt og 314<sup>D</sup> er av vanskelighetsgrad tung på grunn av henholdsvis bratt lende og hogstavfall. Videre har en i tabellen oppført beregnede middeltall i dm<sup>2</sup> av flekkarealene. I Brekken ble arealene ikke målt, men arbeiderne fikk beskjed om å lage store flekker.

### 3. Statistiske analyser av metodenes plantetider.

Da hensikten med tidsstudiene i første rekke var å få undersøkt forskjellen i plantetid mellom metodene statistisk, har man for flytting av snorer, gang til ny rad og henting av planter regnet med en konstant tid pr. rad. Midlere deltid for disse operasjoner har således ingen innflytelse på resultatet av de statistiske analyser og er derfor i denne forbindelse ikke tatt med ved beregningene.

Når det gjelder fylljorden, er det mest hensiktsmessig å grave den frem før selve plantingen settes i gang. Man kan derfor også for arbeidet med fylljorden regne med en konstant tid pr. rad. Den beregnede middeltid, nemlig 1,4 minutt pr. 30 planter, er blitt tillagt den effektive arbeidstid pr. rad i forhold til utsatt antall planter.

Arbeidstid pr. rad kan betraktes som varianten i forsøkene, og inndelingen for statistisk analyse blir tresidig etter kjenne-tegnene metode, blokk og arbeider. Bartletts test er som tidligere benyttet for å undersøke om det kan påvises noen sikker forskjell på spredningen mellom metodene. Testen har for samtlige felter gitt et signifikant resultat. Som påpekt tidligere (side 332) kan imidlertid metodene a priori deles i to grupper etter arbeidets utførelse, nemlig i avflekking og ikke avflekking. Lodrettmetodene (a og b) på feltene i Vardal 1951 hører for tidsstudienes vedkommende nærmest hjemme under den siste gruppen, fordi det er brukt relativt små flekker, (se tabell 14). En har videre utført separate analyser for de to grupper. Av tabell 13, som er et sammendrag av disse analyser, framgår at det stort sett ikke er funnet signifikante kjikvadrater.

Av sammendraget sees videre at skillet mellom avflekking-metodene og ikke avflekking-metodene er markant, når det gjelder midlere arbeidstid pr. 100 planter.

Variansanalysene viser for 7 grupper en signifikant samspill-effekt mellom arbeider og metode. For å kunne vurdere den forskjell som skyldes selve metodene har en i disse tilfelle benyttet testen metode/samspill arbeider-metode, idet den enkelte arbeider er betraktet som et tilfeldig utvalg av en dyktighetsklasse. Denne test er også brukt selvom det ikke er påvist et sikkert samspill mellom arbeider og metode. Dette gjelder imidlertid ikke for grupper med to plantemetoder, og hvor forskjellen mellom metodene er bare med og uten fylljord. Det er her rimelig at man ikke har funnet noe sikkert samspill, og en har derfor benyttet den test som tidligere er beskrevet under avsnittet om planteavgangen. (Se tabell 7 side 342).

Av sammendraget sees at det er funnet en sikker forskjell mellom loddrett og flatrot på felt 290. Bruk av fylljord har for disse metoder ikke gitt utslag statistisk. Mellom metodene e, g, h og f er forskjellen ikke fullt signifikant. På felt 291 viser differensieringen mellom metodene samme tendens som på 290, men her er kjikvadratene for de to grupper signifikante.

For felt 285<sub>2</sub> og 297 har metodene, unntatt a og f, enkeltvis ordnet seg i samme rekkefølge som i Brekken. Uoverensstemmelsene skyldes at det i Vardal er benyttet små flekkarealer. Metodene er videre for de to felter gruppert på samme måte med unntagelse av e, som ikke er blitt skilt ut som egen gruppe på felt 297. Kjikvadratet er her signifikant, men ikke nevneverdig større enn den verdi som svarer til  $p = 0,05$ .

Det sees videre at loddrett uten fylljord (a) er skilt ut sammen med h og f i en gruppe. For feltene i 1952, da det gjennomsnittlig er benyttet større flekker med noenlunde samme areal, er det blitt forskjell mellom a og f. Som for plantingen i 1951, har en på felt 314<sup>D</sup> og 315 funnet sikker forskjell mellom loddrett og flatrot. Metodene e og f er likeledes skilt ut i hver sin gruppe og loddrett uten avflekking som ny metode sorterer sammen med e.

På felt 314<sup>F</sup> er forskjellen mellom avflekkingemetodene ikke fullt signifikant, men viser samme tendens som for de øvrige felter.

Man kan for metodene på de forskjellige plantemarkers trekke følgende konklusjoner:

Tabell 13.

Variansanalyse av tidsstudier.

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Herred <i>District</i>	Plantet år <i>Planted year</i>	Utplantet antall <i>Number planted</i>	Variasjons- <i>Analysis of</i>
				Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>
285 <sub>2</sub>	Vardal .....	1951	1680	2 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	5040	6 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
297	— .....	»	1680	2 metoder 4 arbeidre Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	5040	6 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
290	Brekken	»	2048	4 metoder 4 arbeidre Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	2048	4 metoder 4 arbeidre Samspill: arbeider-metoder
291	— .....	»	2048	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	2048	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metoder
314 D	Vardal .....	1952	2560	2 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	3840	3 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
314 F	— .....	»	864	4 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	432	2 metoder 4 arbeidre Samspill: arbeider-metode
315	Hedrum	»	384	2 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode
»	— .....	»	576	3 metoder 4 arbeidere Samspill: arbeider-metode

## Analyses of variance for time studies.

analyse variance		$x^2$	Gruppe Group	Middeltall for metodene ordnet i grup. Mean for the methods arranged in gr.
Feil Error DF	Kvotient F Quotient			Tid i minutter pr. 100 planter Time in minutes per 100 plants
27	11,79**	0,56	I	c (52)
18	15,55***		II	d (56)
18	(4,85)			
15	32,65***	8,83	I	e (27)
18	14,07***		II	g (31)
90	3,05***		III	h, a, f (35—36—38)
			IV	b (43)
27	13,82***	2,15	I	c (53)
18	22,17***		II	d (58)
18	1,73			
15	13,22***	11,13*	I	e, g (34—36)
18	5,61**		II	h, a, f (40—41—41)
90	3,12***		III	b (46)
9	20,60***		I	a, b (86—93)
21	19,86***	6,44	II	c, d (111—122)
63	1,46			
9	3,38			e, g, h, f, (57—62—71—72)
21	1,85			
63	3,32**	8,92*		
9	51,61***		I	a (67)
21	3,56*		II	b (79)
63	(1,06)		III	c, d (94—101)
9	5,97*	13,79**	I	e (40)
21	3,03		II	g, h, f (50—51—55)
63	3,46**			
3	30,20*			
27	9,86***	0,03	I	a (52)
27	9,71***		II	c (64)
6	28,72***			
27	(2,24)	2,51	I	e, a <sup>1</sup> (27—29)
54	8,12***		II	f (35)
9	3,77			
15	13,07***	0,52		a, b, c, d (81—88—97—99)
45	3,72**			
23	13,17**			
15	3,56*	0,01	I	e (44)
15	1,26		II	f (51)
3	10,32*			
15	5,32*	0,01	I	a (71)
15	2,77		II	c (85)
6	11,77**			
15	2,47	0,14	I	e, a <sup>1</sup> (51—52)
30	1,26		II	f (61)



## 1. Avflekkingsmetodene.

Loddrett er ikke så arbeidskrevende som flatrot og forskjellen er statistisk sikker selvom flekkarealene varierer. Brukes små flekker, fører dette til at loddrett uten fylljord kommer i samme gruppe som ikke-avflekkingsmetodene h og f. Man har stort sett funnet et sikkert utslag for bruk av fylljord.

## 2. Ikke-avflekkingsmetodene.

Metodene er ikke like arbeidskrevende, og arbeidskravet stiger i følgende rekkefølge: e—a<sup>1</sup>—g—h—f.

Forskjellen mellom metodene e, a<sup>1</sup> og g på den ene side og metodene h og f på den annen side er statistisk sikker.

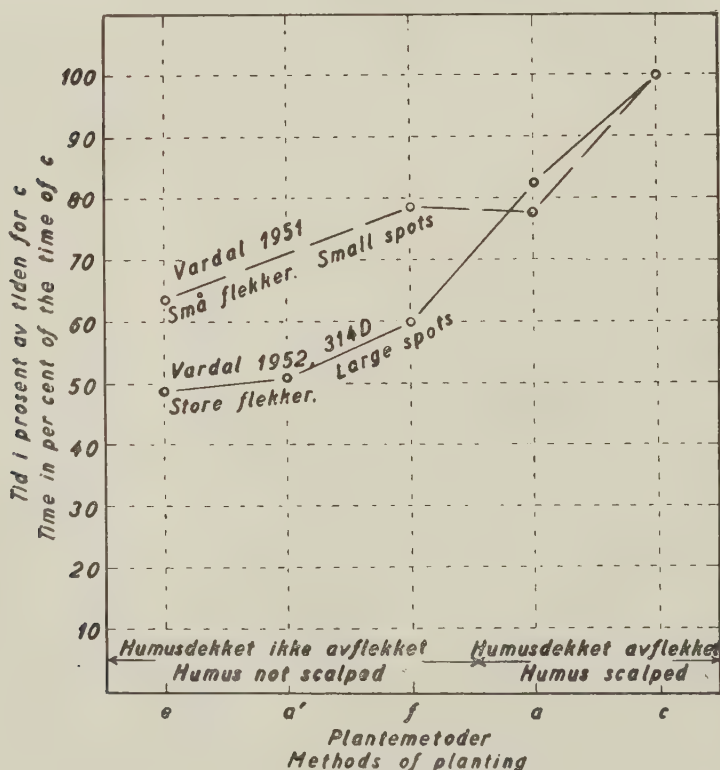


Fig. 5. Metodenes relative tider i forhold til metode c, for små og store flekker.

Fig. 5. Relative time for the methods examined in proportion to method c, for small and large spots.

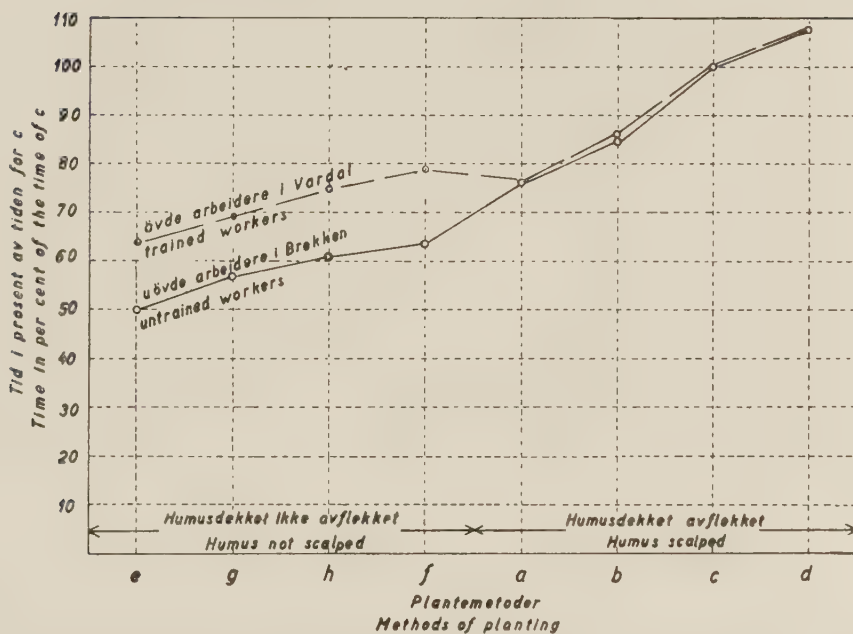


Fig. 6. Metodenes relative tider i forhold til metode c for øvede og uøvede arbeidere.

Fig. 6. Relative time for the methods examined in proportion to method c for trained and untrained workers.

#### 4. Metodenes relative tider.

Da det er funnet en sikker forskjell i arbeidstid mellom metodene, bør man for en økonomisk kalkyle bestemme deres relative tider. En har valgt å beregne tider i forhold til flatrot uten fylljord, og har satt tiden for denne metode lik 1.

Ved beregningene er midlere deltid for henting av planter, flytting av snorer og gang til ny rad lagt til metodenes midlere arbeidstid pr. 100 planter, (se tabell 13). Når det gjelder henting av planter er for samtlige felter funnet 2,8 minutter i middel pr. 100 planter. For felter som sorterer under klasse II av vanskelighetsgrad lett har en for flytting av snorer og gang til ny rad beregnet 5,2 minutter i middel pr. 100 planter. På felt 314 er tidene på grunn av tykt kvistdekke noe større enn for de øvrige felter i Vardal, nemlig 6,5 minutter i middel. I Lysebo var lennet uvanlig bratt, og det ble ikke benyttet snorer under plantearbeidet.

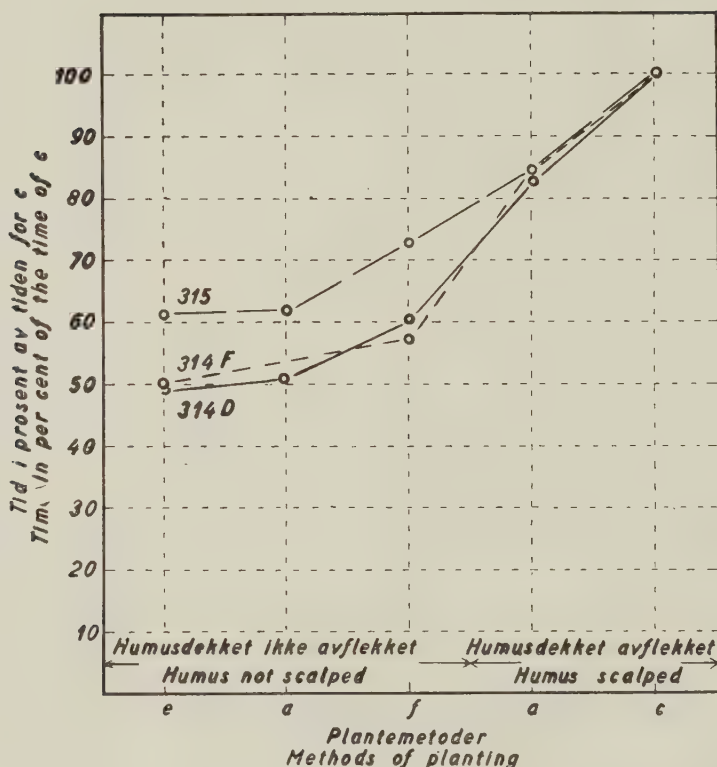


Fig. 7. Metodenes relative tider i forhold til c for mark av forskjellig vanskelighetsgrad (kurve 314 F og 314 D) og forskjellige humusklasser (kurve 315 sammenliknet med kurvene 314 F og D).

Fig. 7. Relative time for the methods examined in proportion to method c for field with different degree of difficulty (curves 314 F and 314 D) and different classis of humus (curve 315 compared with curves 314 F and D).

For dette felt er derfor midlere gangtid til ny rad ikke tatt med ved beregningene.

Tabell 14 viser bl. a. metodenes relative tider og arbeidstid pr. 100 planter på feltene. Når det gjelder plantingen i 1951 i Brekken og Vardal har en benyttet middeltall for de to like store felter som er anlagt på hvert sted.

Metodenes relative tider er fremstillet grafisk i figur 5, 6 og 7 slik at en kan sammenligne:

1. Felter med små og store flekkarealer.
2. Tider for øvede og uøvede arbeidere.

3. Felter hvor plantemarken er av samme klasse, men av forskjellig vanskelighetsgrad.

4. Felter hvor marken er av forskjellig klasse.

Ad 1. Av tabell 14 framgår at det i Vardal for flatrot uten fylljord er en vesentlig forskjell i flekkareal, nemlig  $7,6 \text{ dm}^2$  mellom felt 314<sup>D</sup> og feltene i 1951. Dette har ført til at ikke-avflekingsmetodenes relative tider er blitt betydelig mindre for felt 314<sup>D</sup> (se fig. nr. 5). På dette felt er det dessuten ingen nevneverdig forskjell i flekkareal mellom flatrot og loddrett. Loddretts relative tid er derfor blitt noe større enn for feltene i 1951, men ikke så stor at det har noen praktisk betydning. For loddrett uten avflekking, som ny metode, har man derimot funnet en relativ tid som ikke er nevneverdig større enn for spett uten fylljord.

Ad 2. Fig. 6 viser at kurvene så å si faller sammen for gruppen med avflekingsmetoder, og at kurvene har samme tendens når det gjelder det innbyrdes forhold mellom ikke avflekingsmetodene.

I Vardal har en funnet større tider for den siste gruppen og dette skyldes at det er brukt små flekkarealer. Arbeidernes rutine har således ingen nevneverdig innflytelse på de relative tider.

Ad 3. I Vardal er også tatt tider for felt 314<sup>F</sup> hvor arbeidet i vesentlig grad ble hemmet av hogstavfall. Flekkarealene er som for 314<sup>D</sup>, store.

Fig. 7 viser at kurvene stort sett faller sammen. En tør regne med at også kurvene for de øvrige nevnte faktorer, som har betydning for bestemmelsen av plantemarkens vanskelighetsgrad, vil ha samme tendens. På felter av samme klasse, men av forskjellig vanskelighetsgrad har således metodene noenlunde like relative tider. Arbeiderne bør derfor gis et prosenttillegg i planteprisen på tung mark.

Ad 4. Plantemarken på felt 315 sorterer under klasse I, men av vanskelighetgrad tung på grunn av bratt lende. Det er benyttet store flekker. I henhold til ovenstående har en et sammenligningsgrunnlag som en kan bygge på, når det gjelder relative tider for plantemark av forskjellig klasse. Fig. 7 viser at ikke-avflekingsmetodenes tider for klasse I er vesentlig større enn for klasse II.

For klasse I har man ikke materiale når flekkarealene er små. En kan imidlertid tilnærmet for ikke-avflekingsmetodene regne med en relativ tid på ca. 0,1 større enn når det er brukt store

flekker. På grunnlag av de fremstilte kurvers tendens, kan en bestemme tidene for metodene a, g og h i de klasser hvor en eller flere av disse ikke er representert.

Når det gjelder metodenes relative tider kan en slutte følgende:

1. Avflekkingemetodene har stort sett de samme tider på forskjellig plantemark enten det er brukt små eller store flekker.

2. Det innbyrdes forhold mellom tidene for ikke avflekkingemetodene viser på de forskjellige plantemarken ingen nevneverdig variasjon. Når det derimot gjelder tidenes størrelse, har plantemarken og flekkarealene betydning. For klasse I får en større relative tider enn for klasse II, og det samme forhold gjør seg gjeldene mellom små og store flekker.

I henhold til ovenstående og de utførte statistiske analyser er i tabell nr. 15 oppført avrundede relative tider for de anvendte metoder.

Da det ikke er påvist noen statistisk sikker forskjell mellom a<sup>1</sup> og e, er ved eventuell bruk av fylljord for a<sup>1</sup> oppført samme tider som for f. Mellom små og store flekker kan lineært interpoleres.

### 5. Metodenes kostnader.

På grunnlag av de statistiske analyser for metodenes planteavgang og de relative tider i tabell nr. 15 kan deres kostnader sammenlignes.

For de i tabellen oppførte metoder er akkordprisen pr. utsatt plante.

$$t = C_t \cdot r \left( I + \frac{p}{100} \right) \quad (1)$$

$C_t$  = akkordprisen for flatrot uten fylljord.

$r$  = metodenes relative tid.

$p$  = eventuell vanskelighetstillegg på tung mark.

De funne absolutte plantetider gjelder for 1,5 meters planteforband. Det kan i praksis komme på tale å benytte større forband. På de dårligste plantemarken, hvor driftsforholdene dessuten er ugunstige, bør dette ikke være større enn 2,3 m. Når det gjelder forband mellom 1,5 og 2,3 kan man bruke de relative tider i tabellen. Hva derimot arbeidsprestasjonen angår, bør en ta hen-





Tabell 14.

Flekkarealer og relative tider for de undersøgte  
*Area of spots and relative time for the methods*

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Beliggenhet <i>Locality</i>	Klasse <i>Class</i>	Vanskelighetsgrad <i>Degree of difficulty</i>	Lønningssystem <i>Wage system</i>	Arbeidernes kyndighet <i>Skill of workers</i>	Utplantet antall <i>Number planted</i>	
290 291	Brekken ..	II	Lett <i>Easy</i>	Pr. dag <i>Per day</i>	Uøvd <i>Untrained</i>	4096	Tid i minutt pr. 100 <i>Time in minutes per 100</i> Relativ tid i forhold <i>Relative time in comparison</i>
285 <sub>2</sub> 297	Vardal ..	II	Lett <i>Easy</i>	Akkord <i>Contract</i>	Øvd <i>Trained</i>	6720	Flekkareal i dm <sup>2</sup> <i>Area of spot in dm<sup>2</sup></i> Tid i minutt pr. 100 <i>Time in minutes per 100</i> Relativ tid i forhold <i>Relative time in comparison</i>
314 D	Vardal ...	II	Lett <i>Easy</i>	Akkord <i>Contract</i>	Øvd <i>Trained</i>	6400	Flekkareal i dm <sup>2</sup> <i>Area of spot in dm<sup>2</sup></i> Tid i minutt pr. 100 <i>Time in minutes per 100</i> Relativ tid i forhold <i>Relative time in comparison</i>
314 F	Vardal ...	II	Tung <i>Heavy</i>	Akkord <i>Contract</i>	Øvd <i>Trained</i>	1296	Flekkareal i dm <sup>2</sup> <i>Area of spot in dm<sup>2</sup></i> Tid i minutt pr. 100 <i>Time in minutes per 100</i> Relativ tid i forhold <i>Relative time in comparison</i>
315	Hedrum ..	I	Tung <i>Heavy</i>	Akkord <i>Contract</i>	Øvd <i>Trained</i>	960	Flekkareal i dm <sup>2</sup> <i>Area of spot in dm<sup>2</sup></i> Tid i minutt pr. 100 <i>Time in minutes per 100</i> Relativ tid i forhold <i>Relative time in comparison</i>

e metoder.  
examined.

	Plantemetode <i>Method of planting</i>								
	à	a	b	c	d	e	f	g	h
plants		84,5	94,0	110,5	119,5	56,5	71,5	64,0	69,0
c son to c		0,76	0,85	1,00	1,08	0,51	0,65	0,58	0,62
		2,2	2,2	3,5	3,6				
plants		46,5	52,5	60,5	65,0	38,5	47,5	41,5	45,5
c son to c		0,77	0,87	1,00	1,07	0,64	0,79	0,69	0,75
		11,6		11,1					
plants	37,0	60,0		72,0		35,0	43,0		
c son to c	0,51	0,83		1,00		0,49	0,60		
		9,0	9,4	9,3	9,0				
plants		90,3	97,3	106,3	108,3	53,3	60,3		
c son to c		0,85	0,92	1,00	1,02	0,50	0,57		
		8,4		8,8					
plants	54,8	73,8		87,8		53,8	63,8		
c son to c	0,62	0,84		1,00		0,61	0,73		



Tabell 15. Relativ tid i forhold til flatrot uten fylljord. *Time in relation to time used for Flatroot without filling soil.*

Klas- se Class	Humusdekket avflekket <i>Humus cover scalped</i>					Humusdekket ikke avflekket <i>Humus cover not scalped</i>				
	Loddrett <i>Side-hole</i>		Flatrot <i>Flat-root</i>		Flekkareal <i>Area of seed spot</i>	Loddrett <i>Side-hole</i>		Spett <i>Bar-slit</i>		Vanlig spade <i>T- notching with an ordi- nary spade</i>
	Uten fylljord <i>Without filling soil</i>	Med fylljord <i>With filling soil</i>	Uten fylljord <i>Without filling soil</i>	Med fylljord <i>With filling soil</i>		Uten fylljord <i>Without filling soil</i>	Med fylljord <i>With filling soil</i>	Uten fylljord <i>Without filling soil</i>	Med fylljord <i>With filling soil</i>	
I	0,80	0,90	1,00	1,08	ca. (20cm × 20cm)	0,70	0,85	0,70	0,85	0,80
II	0,80	0,90	1,00	1,08	ca. (30cm × 30cm)	0,60	0,73	0,60	0,73	0,68
	0,80	0,90	1,00	1,08	ca. (20cm × 20cm)	0,65	0,80	0,65	0,80	0,75
	0,80	0,90	1,00	1,08	ca. (30cm × 30cm)	0,50	0,62	0,50	0,62	0,58



syn til at denne blir noe redusert ved å benytte det største forband. For å kunne bestemme  $C_t$  må man ha kjennskap til den midlere arbeidsprestasjon for flatrot uten fylljord, når det er brukt små eller store flekker på lett mark av klasse I eller II.

For de fire øvede arbeidere i Vardal har en funnet ca. 5,5 timers effektiv arbeidsdag. Fig. 8 viser utsatt antall planter pr.

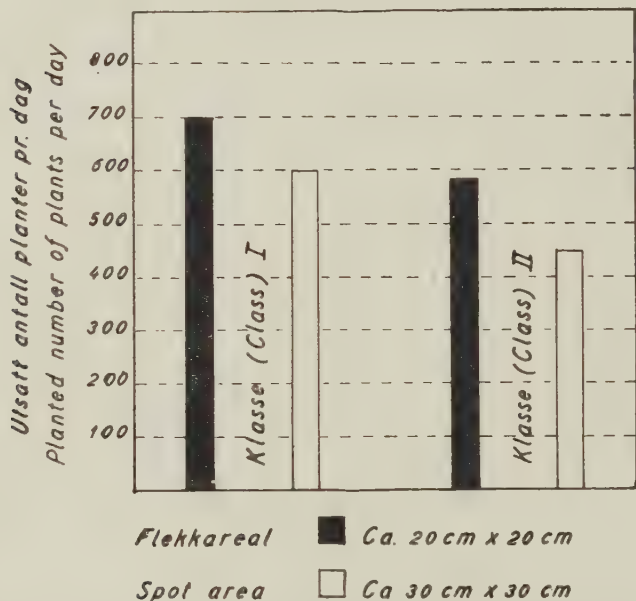


Fig. 8. Arbeidsprestasjon pr. dag for metoden flatrot uten fylljord. Øvede arbeidere.

*Fig. 8. Output per worker per day for method c. Trained workers.*

dag vedrørende disse arbeidere på plantemark hvor hogstavfallet er blitt brent. Tallene er beregnet på følgende måte:

På grunnlag av de i tabell nr. 14 oppførte tider i minutter pr. 100 planter for spett uten fylljord på lett mark av klasse II har man som middel funnet en arbeidsprestasjon av 898 planter pr. dag. Dette tall er multiplisert med metodens relative tider i tab. 15.

For mark av klasse I har man regnet med at en arbeider med spett og uten bruk av fylljord vil sette ut ca. 100 planter mer pr. dag enn for klasse II.

Kostnaden pr. utsatt plante for en metode er:

$$k = t + l. \quad (2)$$

hvor  $l$  = innkjøpspris, frakt etc. pr. plante. Er tilslagsprosenten  $X$ , blir kostnaden pr. levende plante:

$$Y = \frac{100 \cdot k}{X} \quad (3)$$

$Y$  er omvendt proporsjonalt med  $X$  og det grafiske bilde av funksjonforholdet er således en hyperbel. For planteforband fra 1,5 m til og med 2,0 m kan brukes samme  $k$ .

Forskjellen i kostnader mellom to metoder på et felt er:

$$Y_1 - Y_2 = 100 \cdot \left( \frac{k_1}{X_1} - \frac{k_2}{X_2} \right) \text{ eller} \quad (4)$$

$$Y_1 - Y_2 = (100 + p) C_t \left( \frac{r_1}{X_1} - \frac{r_2}{X_2} \right) + 100 l \left( \frac{1}{X_1} - \frac{1}{X_2} \right) \quad (5)$$

Planteavgangen er som tidligere nevnt, størst i løpet av de to første vegetasjonsperioder. Forskjellen mellom metodenes midlere tilslagsprosjenter har stort sett etter disse perioder ikke forandret seg nevneverdig. Når det derfor gjelder å sammenligne de anvendte metoders kostnader, kan man ved beregningene benytte tilslaget etter to vekstperioder som utgangspunkt, og for ytterligere avgang regne med en konstant prosent.

Med hensyn til beregningene er det mest hensiktsmessig å dele feltene i to grupper etter de resultater variansanalysene har gitt for metodenes planteavgang, nemlig:

1. Felter hvor det er påvist en sikker statistisk forskjell mellom metodene.

2. Felter hvor denne ikke er statistisk sikker.

Ad 1. Som et eksempel er foretatt beregninger for feltene i Vardal anlagt før 1952. (Tabell nr. 6). Disse sorterer under klasse II av vanskelighetsgrad lett, og metodene a—b—c—d—e og f er representert på samtlige felter med henholdsvis midlere tilslagsprosjenter 75—77—78—80—68 og 75 for annet revisjonsår. Ved femte revisjonsår viste felt 266<sub>1</sub>, hvor forholdene kan betegnes som normale, at avgangen etter annet revisjonsår for samtlige metoder var ca 10 %. Man vil derfor kunne regne med at avgangen for feltene i Vardal etter 2 vekstperioder ikke vil bli vesentlig større enn 15 %. Da det ikke foreligger oppgaver over flekkarealene for tidligere forsøk, er det anvendt midlere relative tider for

små og store flekker (tabell 15). I formel (1) er  $C_t$  satt lik 10 øre og i formel (2)  $1 = 6$  øre. Metodenes kostnader pr. levende plante er beregnet etter formel (3) og fremstillet grafisk i fig. 9.

Da det kan være av interesse å sammenligne spade- og spett-metodene, er disse metoders kostnader beregnet for de 4 felter hvor metodene er anvendt. Kostnadene er framstillet grafisk (se fig. 10). Tilslagsprosentene etter 2. vekstperiode er i middel for metodene e, f, g og h henholdsvis 68, 78, 70 og 73 prosent.

Flate 266<sub>1</sub> og 2, 267, 284, 285<sub>1</sub> og 2, og 297, Vardal,  
Midlere flekkarealer, klasse II.

Plot 266<sub>1</sub> and 2, 267, 284, 285<sub>1</sub> and 2, and 297, Vardal  
Medium size of spot area, class II.

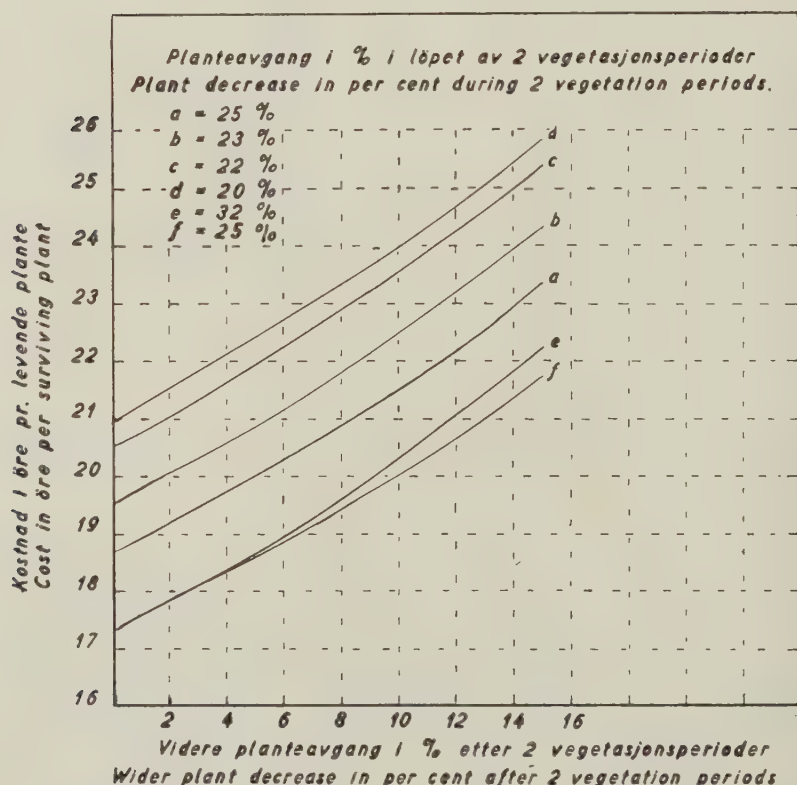


Fig.9. Metodenes kostnader under forutsetning av samme avgang for alle metoder fra og med 3. vekstperiode.

Fig. 9. Cost of methods on the assumption that the plant decrease is the same for all the methods, from the third vegetation period.

Flate 284, 285<sub>1</sub> og 2 og 297, Vardal. Midlere flekkarealer, klasse II.  
*Medium size of spot area, class II.*

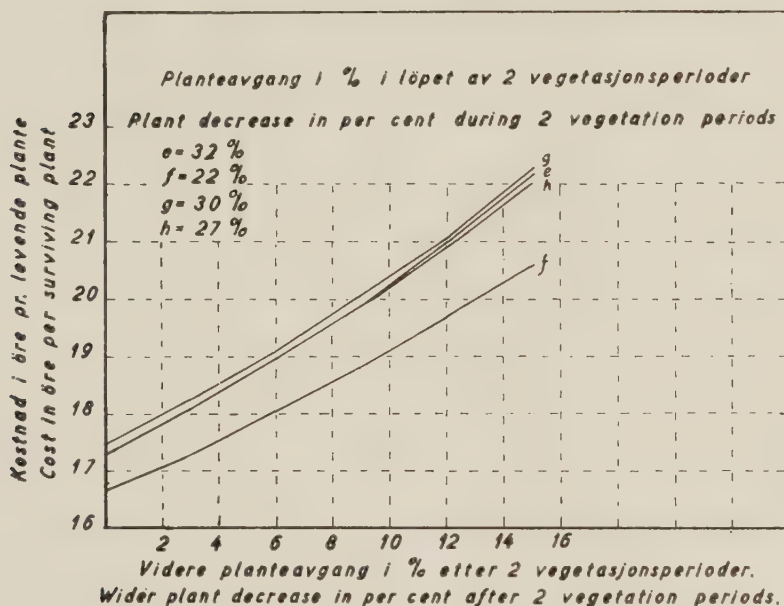


Fig. 10. Metodenes kostnader under forutsetning av samme avgang for alle metoder fra og med 3. vegetasjonsperiode.

*Fig. 10. Cost of method on the assumption that the plant decrease is the same for all the methods, from the third vegetation period.*

Figurene viser at spett med fylljord (f) er billigst.

Som tidligere nevnt (side 343) synes flekkarealenes størrelse ikke å ha hatt noen innflytelse på planteavgangen. En har derfor beregnet kostnaden for metodene a, c, e og f i tilfelle av små flekker. Disse metoder er representert på samtlige felter i Vardal.

Da  $C_t$  for middels flekkstørrelse er satt = 10 øre blir  $C_t$  for små flekker 9 øre (jfr. fig. 8).

Metodenes kostnader er fremstillet grafisk i fig. 11. hvorav framgår at metodene a, e, og f ligger lavest.

De spredte felter på Østlandet sorterer overveiende under humusklasse II og forskjellen i avgang mellom de undersøkte metoder viser samme tendens som på feltene i Vardal.

Konklusjonen for disse felter blir derfor:

Samtlige flater i Vardal. Små flekkarealer, klasse II.

All plots in Vardal. Small spots area, class II.

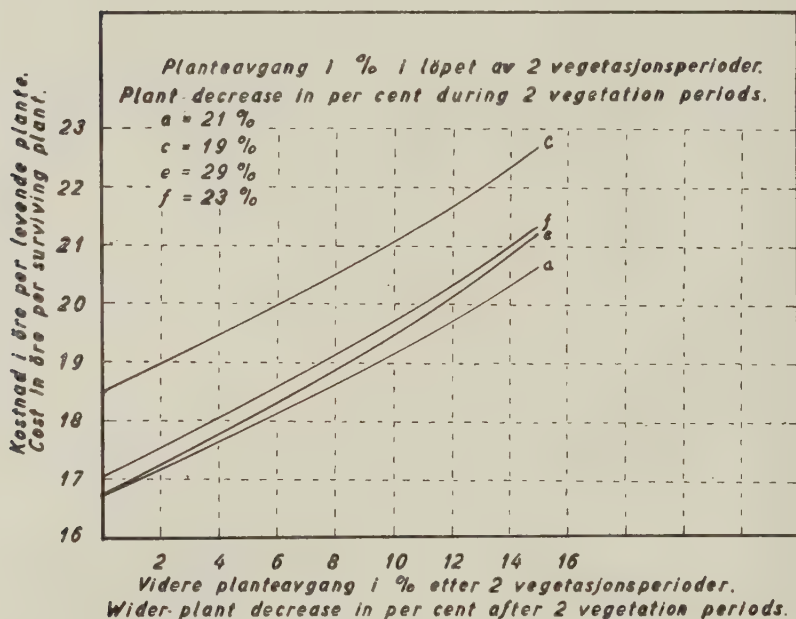


Fig. 11. Metodenes kostnader under forutsetning av samme avgang for alle metoder fra og med 3. vegetasjonsperiode.

Fig. 11. Cost of methods on the assumption that the plant decrease is the same for all the methods, from the third vegetation period.

1. Ved å anvende metoden spett med fylljord (f) oppnår en den laveste kostnad pr. levende plante.

2. Ved å lage små flekker virker det slik at metoden loddrett vegg uten fylljord (a) blir like billig som spett med fylljord (f).

Ad 2. I disse tilfelle kan man bruke samme tilslagsprosent for metodene. Er denne etter 2. vekstperiode X blir forskjellen i kostnader pr. levende plante mellom to metoder i formel: (5)

$$Y_1 - Y_2 = \frac{(100 + p) C_t (r_1 - r_2)}{X} \quad (6)$$

som er lik differansen i arbeidspris pr. levende plante.

I Brekken og Nord-Trøndelag er planteavgangen liten og forskjellen mellom metodene er uvesentlig. Den minst arbeidskrevende metode, spett uten fylljord (e) er derfor den billigste.



### C. Diskusjon.

Hensikten med disse metodeforsøk var å undersøke: 1. planteavgangen hos de ulike plantemetoder, 2. høydetilveksten og 3. plantekonstnaden pr. utsatt og pr. levende plante.

På et planteresultat er det mange faktorer som innvirker og varierer fra år til år. De viktigste er: a. plantematerialet, b. nedbøren under og etter utplantingen, c. jordbunnens fuktighetsforhold og d. insektangrep.

For mest mulig å eliminere en uheldig virkning av disse faktorer, er metodeforsøkene anlagt med så mange gjentakelser som mulig. Da forsøkene dessuten strekker seg over et tidsrom av ca. 20 år, skulle materialet således være ganske representativt.

Plantematerialet eller den forfatning plantene er i når de settes ut, varierer meget fra år til år særlig her på Østlandet, da en i Sønsterud planteskole tildels har stor skade på plantene av vindsvidding.

Slike vindsvidde planter kan når de blir plantet ut under gunstige forhold gi ganske tilfredsstillende resultat, men det er ingen tvil om at de lettere angripes av f. eks. snutebille og at de tåler mindre av slike angrep enn helt friske planter.

At nedbøren og dermed også jordbunnsfuktigheten spiller en stor rolle for tilslaget av en plantning, framgår av de plantetidsforsøk som er utført. (MORK 1950). Når en får større tilslagsprosent i Trøndelag, så skyldes det i første rekke at der er rikeligere nedbør i vegetasjonsperioden.

På Østlandet er det ofte en periode med forsommertørke. En bør derfor enten plante tidligst mulig om våren, mens det er tilstrekkelig vanninnhold i jorda, eller vente til begynnelsen av juli måned.

Av de plantetidsforsøk som er utført (MORK 1950) framgår det at vårplanting og tidlig høstplanting (august og første uke av september) som regel gir det beste resultat på Østlandet.

En har i dette arbeide ikke tatt med noe om årsakene til variasjonene i planteavgangen. Under revisjonene har en forsøkt å notere skader på plantene og årsakene til disse. Dette blir imidlertid et usikkert materiale. Om en f. eks. finner en død plante og denne viser små sår av snutebillegnag, *Hylobius*, kan en ikke avgjøre om planten har dødd av dette uten at den er helt rundgnagd.

Enda verre er det å registrere skadene av *Hylastes* som gnager barken av røttene. I slike metodeforsøk kan en ikke ta opp plantene før de er døde. Det er derfor nødvendig å sette igang forsøk som bare tar sikte på å studere insektangrepene og årsakene til planteavgangen.

Det er også umulig å avgjøre om snutebilleangrepet er primært eller om det er sekundært. Det ser i hvert fall ut som om snutebillen foretrekker planter som lider av vannmangel og at friske og kraftige planter ofte er så motstandsdyktige at sårene leges ved at de fylles med harpiks. Slike planter synes ikke å bli så hårdt angrepet.

Snutebilleangrepene varierer med vegetasjonstypen. I høgurtypen, der plantene står i relativt fuktig mark og i skygge av vegetasjonen, er det mindre skader av snutebillen. Av den grunn er det praktisk ikke å rydde ugras *første året* før ut på høsten. Etter en frostnatt er det lett å rydde et slikt felt, da en meget lettere finner plantene og kan begrense rydningsarbeidet til de planter som er dekket av nedfrosset ugras.

Det er første sommeren at plantene har lettest for å bli angrepet av billene, og de tåler også mindre da enn senere år, når plantene har rotfestet seg og kommet i vekst.

Som det framgår i det etterfølgende sammendrag er de metoder som gir det beste resultat også de dyreste. For her å få det riktige billete må en ikke bare regne kostnaden pr. utsatt plante, men også kostnaden pr. levende plante. Det er denne siste som interesserer mest.

Noe som en ikke kan få tall for i dette arbeide er de merutgifter som kommer til et plantefelt hvis avgangen er så stor at en bør komplettere. I praksis må en regne med at kompletteringsarbeider ikke blir utført før avgangen i løpet av de to første år er over 30 %. Dette gjelder når planteavgangen er noenlunde jevnt fordelt over hele plantefeltet.

Hvis en har valget mellom to metoder og en kan anta at den ene metode vil gi 65 % levende planter og den annen, 75 %, så vil den siste metode være å foretrekke selv om kostnaden pr. levende plante er betydelig større.

Det er av meget stor betydning hvis en kan slippe å komplettere et plantefelt. En må i alle tilfelle vente i 2 år før en kan få rede på den vesentlige planteavgang i et felt. Denne forskjell

i alder er ofte nok til at slike planter blir etter i veksten og således får mindre betydning for oppkvistningen i bestandet.

Hvis en regner med en planteavstand på 1,7 m og sløyfer komplettering i sin almindelighet, hvilket vi tror er det viktigste, vil i vårt eksempel det felt som er plantet etter den første metode inneholde 224 planter og det som er plantet etter den annen metode, 258 pr. dekar. I et slikt tilfelle betyr disse 34 planter ganske meget for utviklingen i det fremtidige bestand.

Forutsettes jevn fordeling av de gjenstående planter blir den midlere planteavstand for første metode = 2,11 m og for den annen metode = 1,96 m.

Dette er tatt som et eksempel for å vise at en ved valg av plantemetode ikke alltid bare bør se på utgiftene under plantingen, men også ta hensyn til hvilke konsekvenser det har å velge den billigste metode.

For de steder på Østlandet hvor en erfaringsmessig får stor planteavgang, vil derfor en avflekking metode gi det beste resultat. Når det gjelder eventuell ugrasrydning, er det dessuten en fordel å bruke avflekking, da arbeidet med rydningen vil gå lettere.

I Trøndelag er planteavgangen liten og disse forhold har således mindre betydning. En kan derfor her anvende den billigste metode.

En annen ting som en også bør ta hensyn til er hvordan de forskjellige metoder forholder seg når det gjelder plantenes motstandsevne mot råtesopper.

Det faller rimelig å anta at en loddrettmetode er uheldig på podsolmark.

Ved å sammenligne A og B i fig 12 ser en at roten på fig. A er unormal. De rotgrener som kommer langt ned i bleikjordsjiktet dør oftest bort og da kan disse danne inngangsporter for råtesopper. Det samme vil ofte være tilfelle på fuktig og sidlendt jord. I slike tilfelle må det være en viss garanti å plante etter en flatrotmetode, selv om denne skulle være noe dyrere. Flatrotmetoden er den mest naturlige for gran. Rotsystemet hos unge planter, som er kommet opp naturlig, er alltid meget gruntgående særlig på podsol-marker.

Det skulle ligge nær å anta at planter som er plantet etter flatrotmetoden har lettere for å tørke ut særlig på Østlandet der en ofte har forsommertørke. I dette materiale, som må ansees for å være ganske stort, er det intet som tyder på dette.

Røtter som er spredt utover til alle kanter har større mulighet for å vokse dit hvor fuktigheten er størst. Små nedbørmengder og dugg kan således nyttes bedre enn når roten er sammenpresset meget av formuldningssjiktet at røttene kommer ned i det rene i et loddrett hull. På fibrøse råhumusmarker må en skrelle av så

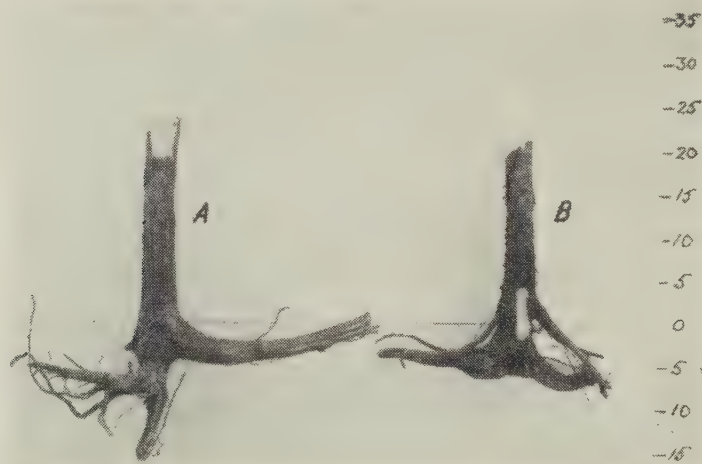


Fig. 12. 15 år gamle granplanter vokset på podsol-mark

A, Plantet etter loddrett-metoden.

Plantet etter flatrot-metoden. Plantene er tatt ut tilfeldig.

*Fig. 12. 15 years old spruce seedlings growing on podsol-soil.*

*A, Planted after the bar-slit method.*

*B, Planted after the flat-root method. The seedlings are picked out at random.*

vannholdige og amorfe humusemnesjikt. Gjør man det, er planter som er plantet etter flatrotmetoden, like «tørkesterke» som de som er satt ut etter en loddrett metode. God kontakt mellom røtter og jord er alltid den viktigste regel under planting.

På brunjord-profiler og molljord kan en godt bruke en loddrett metode. På slike jordtyper kan røttene leve og utvikle seg meget tilfredsstillende selv om plantene er satt ut etter en loddrett-metode. Jorden i de øverste 20 cm er næringsrik, de fysiske forhold er gunstige og røttene har gode utviklingsbetingelser overalt.

Fra og med våren 1949 er all planting i Vardal utført etter akkordmetoden. Siden vi begynte med dette har det vært lett å

få folk til plantearbeidet. Dagprestasjonene er meget større enn før. Arbeidsfolkene tjener mer, arbeidet blir ikke så kjedelig og plantingen utføres på kortere tid.

Den skepsis som mange hadde når det gjaldt å gå over til akkordplanting, har etter hvert avtatt. Bruker en et effektivt kontrollsystem ved f. eks. bruk av plantesnorer, eller ved at hver arbeider får tildelt et bestemt areal, er det en lett sak å kontrollere såvel avstand som arbeidets utførelse. Av tabell 8 ser en at tilslagsprosenten etter akkordplanting er like stor som ved dagbetaling, hvis en bruker vante og solide skogsarbeidere.

Mange vil kanskje savne en tabell over hvilke plantemetoder en skal bruke under de forskjellige forhold. En sådan hører ikke hjemme i denne avhandling. Da det er så mange forskjellige forhold å ta hensyn til og da disse veksler fra sted til sted, blir det fagmannens sak å velge den plantemetode som passer for det spesielle tilfelle. Vi håper at de forsøksresultater som er offentliggjort i dette arbeide blir en støtte ved slike avgjørelser.

## D. Konklusjoner.

### *Planteavgangen.*

Tabell 2, 3 og 6 er sammendrag av analysene for feltene henholdsvis på Østlandet, i Nord-Trøndelag og i Vardal og Brekken. På grunnlag av disse analyser kan en trekke følgende konklusjoner for:

#### 1. *Spredte felter på Østlandet.*

1. Metoden spett uten fylljord (e) viser større avgang enn metodene flatrot (c) og loddrett (a). Forskjellen er statistisk sikker.

2. Metodene vanlig spade (h) og T-plantning med hakke (i) har gitt et dårligere resultat enn metodene, flatrot og loddrett. Disse metoder ble bare prøvd på 2 felter med brunjord eller brunjordliknende profil, og forskjellen er her ikke helt sikker.

3. Metoden flatrot viser stort sett mindre avgang enn loddrett, men en har for de fleste felter ikke funnet noen statistisk sikker forskjell.



## 2. Felter i Nord-Trøndelag.

Det er ikke påvist noen statistisk sikker forskjell mellom metodene, men flatrot har stort sett gitt den minste avgang og spett uten fylljord den største.

I Nord-Trøndelag, der det som regel er rikelig nedbør i vegetasjonsperioden vil en oppnå tilfredsstillende resultater for samtlige undersøkte metoder. På utpregede råhumustyper bør en imidlertid bruke fylljord.

## 3. Felter i Vardal og Brekken.

1. Planteavgangen er størst for metodene Grønlands spade (g), vanlig spade (h) og spett uten fylljord (e). Forskjellen mellom disse metoder og de øvrige er statistisk sikker og spett med fylljord (f) sorterer således stort sett under samme gruppe som avflekingsmetodene.

2. Ser en imidlertid feltene under et, er det innen avflekingsmetodene en forskjell i den retning at flatrot har gitt den minste avgang. Ved å bruke fylljord har en ikke fått noe nevneverdig positivt utslag.

3. Flekkarealenes størrelse synes ikke å spille noen særlig rolle for planteavgangen.

I Brekken ligger midlere tilslagsprosent etter 2 vekstperioder på ca. 90. Det er ikke funnet noen statistisk sikker forskjell mellom metodene, men avflekingsmetodene har stort sett gitt det beste resultat.

Hovedformålet med de felter som ble anlagt i 1952 var bl. a. å få vurdert arbeidernes betydning i forsøkene statistisk. Resultatet av analysene viser at arbeidernes betydning har vært av en underordnet karakter. Dette støtter i denne henseende de resultater en er kommet til for feltene i Nord-Trøndelag og på Østlandet der det ikke er tatt hensyn til arbeiderne som mulig variasjonsårsak.

## 4. Lønningssystemets innvirkning på planteavgangen.

Av et forsøk som ble utført i Vardal 1950 (tabell 8) framgår at en ved akkordplanting får like godt resultat som for dagbetalt arbeide, hvis en nytter vante og solide arbeidere.

### 5. *Planteavgangen under forskjellige vegetasjons- og jordbunnsforhold.*

Avgangsprosenten (tabell 9) er den samme for vegetasjonstypen C<sub>a</sub>, profiltypen podsol og humustypen råhumus. Det er også samme planteavgang for profiltypen brunjord og humustypen mold.

Årsaken til at planteavgangen er mindre på bonitet 3 enn på bonitet 2 skyldes at de fleste felter på bonitet 3 ligger i Trøndelag, der avgangen som regel er mindre enn på Østlandet.

Uoverensstemmelsen i planteavgang for vegetasjonstypene A, B og C<sub>a</sub> på den ene side og bonitetene 1, 2 og 3 på den annen side skyldes at det i materialet inngår en rekke felter fra fjellskog der vegetasjonstypene tilhører A og B, men marken likevel tilhører bonitet 3 på grunn av h. o. h.

### Plantehøyden.

Resultatet av de i tabell 10 oppførte analyser for siste revisjonsår blir:

For de fleste felter har en ikke funnet noen statistisk sikker forskjell i plantehøyde for de ulike metoder. Ser en imidlertid feltene under et, viser det seg at flatrotmetoden har det største middeltall og spett uten fylljord det minste.

En undersøkelse av sambandet mellom middelhøyde og tilslagsprosent pr. rad har innen metodene på fem felter gitt som resultat en positiv regresjon og parallelle regresjonslinjer (se tabell 11). Dette tyder på at forholdet i vesentlig grad har vært avhengig av jordvariasjonen på feltene. Disse analyser gjelder innen metodene og har ingen sammenheng med variansanalysene.

### Tidsstudier.

#### 1. *Statistiske analyser av metodenes plantetid.*

Av sammendraget (tabell 13) framgår):

#### 1. Avflekksmetodene:

Metoden loddrett vegg er ikke så arbeidskrevende som metoden flatrot, og forskjellen er statistisk sikker selvom flekkarealene varierer. Brukes små flekker fører dette til at loddrett uten fylljord kommer i samme gruppe som ikke-avflekksmetodene h og f.

En har stort sett funnet et sikkert utslag for bruk av fylljord.

## 2. Ikke-avflekingsmetodene.

Metodene er ikke like arbeidskrevende og arbeidskravet stiger i følgende rekkefølge: e— $a^1$ —g—h—f. Forskjellen mellom metodene h og f på den ene side og metodene e,  $a^1$  og g på den annen side er statistisk sikker.

## 2. *Metodenes relative tider.*

Metodenes relative tider (tabell 14) er beregnet i forhold til flatrot uten fylljord og fremstillet grafisk i fig 5, 6 og 7. Figurene viser:

1. Avflekingsmetodene har stort sett de samme relative tider på mark av forskjellig humusklasse, enten det er brukt små eller store flekker.

2. Det innbyrdes forhold mellom tidene for ikke-avflekingsmetodene viser ingen nevneverdig variasjon på mark av forskjellig humusklasse. Når det derimot gjelder tidenes størrelse, har humusklassen og flekkarealene betydning. For klasse I får en større relative tider enn for klasse II. Det samme forhold gjør seg gjeldene mellom små og store flekker.

I henhold til ovenstående og de utførte statistiske analyser er i tabell 15 oppført avrundede relative tider ordnet etter humusklasse og flekkareal.

## 3. *Metodenes kostnader.*

På grunnlag av de statistiske analyser for metodenes planteavgang og de relative tider i tabell 15 har en sammenliknet deres kostnader pr. levende plante. Kostnadene kan beregnes etter formel (3) side 365 for de fleter hvor det er påvist en sikker forskjell i avgang mellom metodene.

Feltene på Østlandet sorterer overveiende under humusklasse II, og forskjellen mellom metodenes avgang viser samme tendens som på feltene i Vardal. Konklusjonen for disse felter blir derfor:

1. Ved å anvende spett med fylljord oppnår en den laveste kostnad pr. levende plante.

2. Ved å lage små flekker virker det slik at metoden loddrett uten fylljord blir like billig som spett med fylljord.

Når det gjelder feltene i Brekken og Nord-Trøndelag er plante-

avgangen liten og forskjellen mellom metodene er uvesentlig. Kostnadene er derfor beregnet etter formell (6) og resultatet blir at den minst arbeidskrevende metode, spett uten fylljord (e) er den billigste.

### **Experiment with Different Planting Methods for Transplanted 4-year-old Norway Spruce.**

#### **The Aim of the Investigation.**

During the planting experiments, on which this paper is based, three problems were investigated as follows:

1. Is there any difference in the percentage mortality of 4-year-old transplanted spruce, where the following planting methods are used:

a = Side-hole, with scalping and without filling soil.

a<sup>1</sup> = Side-hole without scalping and without filling soil.

b = Side-hole, with scalping and with filling soil.

c = Flat-root, without filling soil.

d = Flat-root, with filling soil.

e = Bar-slit, without filling soil.

f = Bar-slit, with filling soil.

g = Grønland's spade.

h = T-notch, with ordinary spade.

i = T-notch, with mattock.

j = Mound planting.

2. Is there any difference in height increment of plants which are planted according to the above methods?

3. How do the total costs of planting vary for the different planting methods?

#### **Description of the Planting Methods.**

*Method a:* Side-hole planting, with scalping and without filling soil.

The living vegetation and about half the F-layer (Hesselman, 1926) is removed on an area approximately 30 cm × 30 cm. In the middle of the scalped spot, a hole is made with one side vertical, and the roots are secured firmly against the perpendicular soil wall, with the soil taken out of the planting hole. The roots thus

hang in a vertical plane (see Figs. 1 a and b, also Rudolf, 1950, p. 56). The planting tool is a claw mattock.

*Method a<sup>1</sup>:* Side-hole planting, without scalping and without filling soil.

This is the same as method a, but without scalping of the humus layer (see Fig. 1).

*Method b:* Side-hole planting, with scalping and with filling soil.

As for method a, except that the planting hole is filled with soil brought in from places other than the planting hole itself, hereafter called «filling soil». It is taken from areas of mull soil, or from areas where humus and mineral soil can easily be mixed to give a suitable «filling soil».

*Method c:* Flat-root planting, without filling soil.

The living soil cover is scalped off as well as about half the fermentation (F-) layer on an area of about 30 cm × 30 cm. The soil in the scalped spot is worked down to a depth of about 6 cm (the removed soil not included). The worked up soil is pushed to one side, and the roots spread out so that they lie horizontally. The roots are then covered with the worked soil and the scalped off soil cover is replaced all around the plants (see Figs. 1 c and d). The planting tool is a claw mattock.

*Method d:* Flat-root planting, with filling soil.

As for method c, but with filling soil added.

*Method e:* Bar-slit planting, without filling soil.

A narrow hole or slit is made by thrusting the planting bar perpendicularly into the soil. The plant is held against the vertical wall and the hole is closed by another thrust of the bar immediately behind the hole. The soil is pressed round the roots by forcing the bar handle towards the plant (see Fig. 1 c and Rudolf, 1950, p. 54). A planting bar is the tool used.

*Method f:* Bar-slit planting, with filling soil.

As for method e, but with filling soil added.

*Method g:* Spade planting with Grønland's spade.

First one makes a vertical cut in the humus layer, A—B (see Fig. 1 g). The spade is then laid horizontally with the point at A (Fig. 1 g). The spade is pushed at an angle diagonally downwards by holding the handle slightly above the ground. By push-



ing forward, the spade cuts loose a triangular sheet of humus about 8 cm thick. This sheet is bent up and the plant roots are pushed under so that the plant stem is standing in the slit at B (see Fig. 1 g). The humus sheet is allowed to fall back and is tramped down. The planting tool used is the Grønland spade.

*Method h:* T-notch planting with an ordinary spade.

Two vertical cuts into the soil are made, each about 15 cm deep. The second cut is placed at the end of, and perpendicular to, the first cut (see Fig. 1 h). While the spade is in the second cut, the handle is pressed back and this opens the first cut sufficiently to permit the insertion of the plant roots. The spade handle is then pressed forward so that the cut closes around the plant roots and the soil is firmed down by tramping. An ordinary spade is the tool used for this method.

*Method i:* T-notch planting with a mattock.

Two vertical cuts, about 8 cm deep, are made with a claw mattock. The relative positions of the two cuts are as for method h. The two corners A and B (see Fig. 1 i) are raised with the mattock, and the roots inserted underneath. Tramping completes the procedure. The planting tool is a claw mattock.

*Method j:* Mound or cone planting.

The living vegetation and most of the F-layer are scalped off on an area of about 30 cm  $\times$  30 cm. The soil is worked up in the planting spot and most of the loose soil is then pushed aside. Some of the loose soil is formed into a mound at the bottom of the hole. The roots are spread over and around the mound so that the plant is standing over the centre of the mound. The loose soil is pushed back over the roots and compacted. The planting tool is a claw mattock.

#### **The Planning of the Experiments and the Work in the field.**

The experiments were planned as block trials in Østlandet and Trøndelag, with a randomized distribution of methods by rows or squares (2—4 rows) within the blocks.

From 1951 allowance has been made for the possibility that the workers themselves are sources of variation. The experiments have, therefore, been conducted according to the Split-Plot method, with a randomized distribution of the workers on the main squares.

The spacing has been 1,5 m  $\times$  1,5 m throughout, and from 1944 string lines with knots have been used under the planting to ensure that the rows contain the same number of transplantings. The number has in most cases been 30.

The planting was generally done in the spring and the oldest plots were established in 1931. This project has thus been active for about 20 years. The planting work has been paid by wage-rate scales, either per hour or per day. Since the spring of 1949 the planting work in Vardal has been done by piece-rates.

#### **Conditions of Soil, Vegetation and Slope on the Sample Plots.**

The sample plots are scattered over the three best site classes (site classes 1, 2, and 3, as defined in Landsskogtakseringen 1938, p. 26). The site class, vegetation type, soil profile type, and slope for each plot are shown in Table 1. The soil on plots 132 and 175 is clay or sandy clay loam, while the soils on plots 133 and 134 are on alluvial sand and gravel. The remaining plots are on soils of moraine origin.

### **The Experimental Results.**

#### **A: Plant Mortality.**

The plant survival, or the percentage survival of plants per row, can be regarded as the variant in the experiments, and analyses of variance have been carried out for the second and last remeasurement years.

To test whether there is any difference in the variance between planting methods, Bartlett's test has been used

$$X^2 = \frac{2,3026}{c} f^1 (k \log v - \sum \log v_i)$$

For the split-plot experiment shown in Table 6, where Bartlett's test was significant, separate analyses were made for the treatments with scalping and without scalping, as this separation could be made a priori.

The averages for planting methods are divided into groups. This was achieved by using Joh. M. Tukey's method as described in Professor P. Ottestad's lectures on statistical methods (see Ottestad 1950).

Summaries of the statistical analyses carried out for the sample plots in Østlandet, Nord-Trøndelag, and in Værdal and Brekken, respectively, are shown in Tables 2, 3, and 6. It will be seen from this that the Chi-Squares for the sample plots, on the whole, are not significant. From the summaries and Figure 2 we see, furthermore, that the difference between the methods themselves has remained fairly constant from the second to the last remeasurement year, and that the plant mortality is highest during the two first growing seasons.

It may be of some interest to make a statistical investigation to find out whether the difference in plant mortality between the methods has changed. Such an investigation was carried out for the poorest method, bar-slit planting without filling soil, (e) and one of the best methods, viz. flat-root planting without filling soil, as these methods are represented on 18 sample plots.

If the difference between c and e after two growing seasons, is called  $d_2$ , and that after the last remeasurement  $d_s$ , it can be

ascertained by the test  $t = \frac{m}{s} \frac{\sqrt{n}}{n}$  how much the mean,  $\frac{\sum (d_2 - d_s)}{n}$

deviates from nought. It has been found that  $t = 0,35$ , and the result is then that the difference in plant mortality between the methods has remained constant after two growing seasons.

On the basis of the statistical analyses conducted, the following conclusions can be drawn for:

a. *Scattered plots in Østlandet.*

1. Bar-slit planting without filling soil (e) shows a higher plant mortality than do the flat-root (c) and side-hole methods (a). The difference is significant.
2. Planting with an ordinary spade (h) and T-notching with a mattock (i) have given poorer results than the flat-root and the side-hole methods. As the latter methods were tested on but two sample plots with brown soil, the difference is not quite significant.
3. The flat-root method shows on the whole a lower plant mortality than the side-hole method; on most plots, however, the difference is not significant.

b. *Sample Plots in Nord-Trøndelag.*

No significant difference between the methods was found, but the flat-root method resulted in most cases in the lowest plant

mortality, and the bar-slit method without filling soil, in the highest.

In Nord-Trøndelag, where there is usually ample precipitation during the growing season, one will as a rule attain good plant survival with all the methods tried in this study. However, on typical moor soil types, one should use filling soil.

*c. Plots in Vardal and Brekken.*

The chief aim in establishing these plots was to investigate statistically the effect of the individual workers on the results of the planting study. Beginning in 1951, therefore, a series of split-plot randomized block experiments were laid out and grouped according to the characteristics, method, block and worker.

Tables 4, 5, and 7 show how the analyses of variance have been carried out, and apply to plot 297.

From Table 6 it will be seen that there is no significant difference between workers, and that the interaction between method and worker is not significant.

The effect of the workers on the results of the experiments has been shown statistically to be of minor importance, and one can therefore draw general conclusions with respect to plantation methods.

As regards the average plant mortality for the methods, we may draw the conclusion that:

1. The plant mortality in Vardal is highest for the following methods: Grønland's spade planting (g), ordinary spade planting (h), and bar-slit planting without filling soil (e). The difference between these methods and the rest is significant, and accordingly the bar-slit method with filling soil belongs, roughly speaking, to the same group as the methods where scalping is used.
2. If all the Vardal plots are taken together, however, there exists within the scalping methods a difference which seems to indicate that the flat-root method has given the lowest plant mortality. The use of filling soil produced no positive results worth mention.
3. The size of the scalping spots seems to be of no particular consequence for the plant mortality.
4. In Brekken the average survival percentage at the end of two growing seasons lies at about 90. No significant difference between the methods was found, but the best results were obtained

by those methods where the top vegetation layer was scalped off. 5. All planting in Vardal since the spring of 1949 has been paid by the piece-rate system (see Table 1). The advantages are that it is easier to obtain good workers since they make more money per day than by working for ordinary day-wages. The production is much higher and the planting proceeds with greater speed.

The planting foreman can easily check on the spacing of the plants and the quality of the work by having the workers follow a string line where the spacing is marked by knots or pieces of cloth tied to the string at regular intervals.

The percentage survival of seedlings at the end of two growing seasons is shown in Table 8 for planting by the day-wage and piece-rate systems. It will be seen that piece-rate work produces equally good results as day-wage work, if experienced and conscientious workers are employed.

#### **B. Height of Planted Trees.**

If we consider the mean height per row as the variable in the experiments, the data for the analyses of variance can be grouped after block and method. Table 10 represents a summary of such analyses for the plots in Østlandet and in Trøndelagen, and applies to the last remeasurement.

The conclusion to be drawn from the analysis of variance is that there is no statistically significant difference in plant height for most of the different methods. If all plots are viewed as a whole, however, it can be said that flat-root planting has resulted in the greatest average heights, and bar-slit planting without filling soil has resulted in the lowest average heights.

Since the mortality of plants varies in the different rows, the calculated average heights are based on different percentages of the planted trees. An effort was therefore made to see whether percent mortality and height were correlated. The analysis was undertaken for those plots where there is a significant difference in mortality, as between planting methods. Figures 3 and 4 seem to indicate that for plot 153 there is a correlation between the two variables, and that a straight line is a good expression of the regression.



The values for  $b$  and  $t$ , shown in Table 11, are calculated from the following formulae:

$$b = \frac{\sum (y - \bar{y})(x - \bar{x})}{\sum (x - \bar{x})^2} \quad \text{and} \quad t = \frac{b \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}}{s}$$

$$\text{where } s = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{Y})^2}{n - 2}}$$

or the standard deviation around the regression line.

The table shows that the regression coefficient for the methods, on the whole, is significantly different from nought on 5 plots. An example of the further calculations, used to estimate the difference between the regression coefficients of the various planting methods, is shown in Table 12. The F-values found have been given in Table 11, and, as regards the plots, one can conclude that the regression lines for the methods are parallel.

The results indicate that the correlation between plant height and percent surviving plants is very dependent on soil variations on plots.

### C. Time Studies.

#### 1. *The Amount of Work Involved for the Different Planting Methods.*

During the planting of the plots at Vardal, Brekken and Lysebro (split-plot design), time studies were undertaken to determine the relative time requirements as well as the costs of the various planting methods.

The plantation area was grouped into two humus classes. Class I refers to areas with amorph and thin humus cover or litter layer, whereas in Class II, the humus cover is more fibrous, and mostly consists of a tangled mass of roots and shoots.

The plantation area was also grouped into two «difficulty classes» (e. g. «easy» and «difficult») according to the quantity of logging slash, stone content, vegetation, and topography. For those methods where scalping was a part of the planting technique, the plots were divided into two groups according to the size of the scalped area, e. g. small spots of 20 cm × 20 cm and large spots of 30 cm × 30 cm.



The statistical analysis of the time study data were grouped according to the treatments with scalping and without scalping. This will be seen from Table 13.

a. *The planting methods with scalping (a, b, c, and d).*

The side-hole method of planting requires less work than the flat-root method and this difference is statistically significant, irrespective of the size of the scalping area.

If small scalping spots are used, then side-hole planting without filling soil is in the same group as the «no scalping» h and f methods, as far as labour requirements are concerned. On the whole, the use of filling soil has definitely been proved to increase the planting time.

b. *The planting methods without scalping, (a, e, f, g, h, and i).*

The methods differ as to work required, and the work requirements increase in the order: e, a<sup>1</sup>, g, h to f.

The difference between the methods e, a<sup>1</sup> and g on the one hand, and the methods h and f on the other, are statistically significant.

The relative times of the different methods are shown in Table 14 where the time of each method is given in relation to the time for flat-root planting (c).

With the aid of the graphs in Figures 5, 6, and 7 one can compare the time requirements of the following:

- 1) Plantations with small and large planting spots.
- 2) Experienced and inexperienced labour.
- 3) Plantations where the humus thickness is the same, but where the difficulty factor varies.
- 4) Plantations where the humus thickness varies.

The following conclusions may be drawn with respect to the relative times of the different planting methods:

1. The methods where scalping is used have about the same relative times on soils of different humus classes, irrespective of the size of planting spots.

2. The relation between the relative times for planting without scalping shows little variation on soils with different humus classes.

However, when it comes to amount of relative time, then the humus class and the size of planting spot assume importance. The relative time factor increases for humus class I and for small spots.

In Table 15 are shown the relative times for the investigated methods with the figures given to the nearest.

## 2. Costs of the Planting Methods.

On the basis of the statistical analysis for plant mortality and the relative times in Table 15, one can make a cost comparison of the different planting methods. For those planting methods shown in the table, the piece-rate per plant ( $t$ ) is:

$$t = c_t r \left( 1 + \frac{p}{100} \right) \quad (1)$$

$c_t$  = piece-rate for flat-root planting without filling soil.

$r$  = the relative time of the method.

$p$  = additional rate for difficult conditions.

In order to arrive at  $c_t$  one must know the average labour productivity for flat-root planting, without filling soil, for small and large spots under easy planting conditions.

Figure 8 shows the number of planted trees per  $5\frac{1}{2}$  — hour effective working day. The table applies to the four experienced workers in Vardal where the logging slash had been burned previous to planting. The figures are computed on the basis of Tables 14 and 15.

The cost per planted tree for one method is then:

$$k = t + l \quad (2)$$

where  $l$  = cost of the transplant, freight, etc., per tree. If the survival percentage is  $x$ , then the cost per living tree is:

$$y = \frac{100 \cdot k}{x} \quad (3)$$

The difference in cost between two planting methods on the same area is:

$$y_1 - y_2 = 100 \left( \frac{k_1}{x_1} - \frac{k_2}{x_2} \right) \text{ or} \quad (4)$$

$$y_1 - y_2 = (100 + p) C_t \left( \frac{r_1}{x_1} - \frac{r_2}{x_2} \right) + 100 l \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right) \quad (5)$$

The difference in the average survival percent for the different methods has not changed appreciably beyond the second growing season (see p. 381). When comparing costs, therefore, one can use the survival percentage at two years as the starting point, and use a constant percentage for later survival.

The analysis of variance has shown that it is best to split the plantations into two groups, when estimating the survival, as follows:

Group 1. Plantations where there is a statistically significant difference between methods.

Group 2. Plantations where no statistical difference exists.

*Re Group 1.* As an example, computations were made for those plots in Vardal which were established prior to 1952 (see Table 6). The plots have deep humus (class II) and are on «difficulty» class «easy». For all plantations in Vardal, the planting methods a—b—c—d—e and f have average survival percentages of 75—77—78—80—68 and 75, respectively, at the end of the second remeasurement.

There is no data for size of scalping spot on the earlier experiments, and the relative times have been averaged for small and large spots (Table 15). In formula (1)  $c_t$  has been set at 10 øre and in formula (2)  $l = 6$  øre. The cost per living plant, for each planting method, has been calculated according to formula (3) and is presented graphically in Figure 9.

A comparison has been made for the spade methods and the bar-slit methods for the four plots where these methods were tried. The results are shown graphically in Fig. 10. The average survival percentages for the methods e—f—g and h are 68—78—70 and 73, respectively.

Figures 9 and 10 in this report show results that indicate that the bar-slit method with filling soil (f) is the cheapest planting method.

As mentioned previously (p. 382), it appears that the size of the planting spot does not influence the plant mortality. A calculation of costs for methods a, c, e and f was, therefore, made on the data for small spots. All these methods are found on the Vardal plantations.

If  $c_t$  for average size of spot is put at 10 øre, then  $c_t$  for small spots is 9 øre (see Fig. 8).

The costs of the various methods are shown graphically in Fig. 11, where it is seen that the methods a, e and f have the lowest costs.

The scattered plantations in Østlandet belong in most cases to

Class II, and show the same relative rates of mortality as was found for the plots in Vardal.

For the plantations at Vardal and in Østlandet, the following conclusions may, therefore, be drawn:

1. The lowest cost per living tree is obtained by using the bar-slit method with filling soil (f).
2. By using small planting spots, the method side-hole planting without filling soil (a) becomes just as cheap as the bar-slit method with filling soil (f).

*Re Group 2.* In these cases the same survival percentage can be used for all planting methods in this group (i. e. where no statistically significant difference has been determined for the survival percentage of the compared methods).

If the survival percentage at the end of two growing seasons is  $x$ , then the difference in cost per living plant for any two methods is (using formula 5):

$$y_1 - y_2 = \frac{(100 + p) C_t (r_1 - r_2)}{X} \quad (6)$$

which is equal to the difference in the labour price per living plant.

In Brekken and Nord-Trøndelag the plant mortality is low, and the differences between methods small. The method which requires the least labour, the bar-slit method without filling soil (c), is therefore the cheapest.

### Litteratur.

- BONNIER, C. och TEDIN, O. (1940): Biologisk Variationsanalys, Stockholm.
- EZEKIEL, M. (1950): Methods of Correlation Analysis. New York.
- HESSELMAN, H. (1926): Studier över barrskogens humustäcke, dess egen-skaper och beroende av skogsvården. Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt. Häfte 22. Stockholm.
- MORK, E. (1948): Skogbotanikk. Åttende brev. Landbrukets brevscole. Oslo.
- MORK, E. (1950): Planteforsøk med gran (*Picea abies*) til forskjellige tider i vegetasjonsperioden. (Planting experiments with Norway spruce (*Picea abies*) at different times during the growing season. Medd. fra Det norske Skogforsöksvesen nr. 38. B. XI.

MORK, E. (1952): Forsøk med forskjellige såtykkelser og planteavstander for gran i Kvatninga planteskole.

Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. nr. 40. B. XI.

OTTESTAD, P. (1950): Forelesninger over variansanalyse, Oslo.

RUDOLF, P. O. (1950): Forest Plantations in the Lake States.

Technical Bulletin No. 1010. Washington D.C.

VIGERRUST, Aa. (1938): Taksering av Norges skoger.

Utført av Landsskogtakseringen, Oslo.





DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

OLA BØRSET

# Kubering av osp på rot

*Volume computation of standing aspen*



## Innhold.

Forord .....	395
I. <i>Innledning</i> .....	397
II. <i>Tidligere undersøkelser over form og volum hos osp</i> .....	397
III. <i>Utarbeiding av kubikktabell for norsk osp</i> .....	403
1. <i>Materialet</i> .....	403
2. <i>Noen generelle betraktninger</i> .....	407
3. <i>Utjevning av formtallet</i> .....	409
4. <i>Det gjennomsnittlige formtall</i> .....	412
5. <i>Direkte utjevning av volumet</i> .....	414
6. <i>Prøving av den foretatte utjevning</i> .....	421
7. <i>Sammenligning med de russiske tabeller</i> .....	425
IV. <i>Kubering etter ILVESSALO's tabell</i> .....	425
V. <i>Kubering etter formklassemetoden</i> .....	428
VI. <i>Beregning av barkmassen</i> .....	428
1. <i>Materialet</i> .....	428
2. <i>Dobbel barktykkelse i brysthøyde</i> .....	430
3. <i>Barkvolumprosenten</i> .....	432
4. <i>Prøving av den foretatte utjevning</i> .....	438
Sammendrag .....	439
<i>Volume computation of standing aspen</i> .....	441
Litteratur .....	446



### **Forord.**

Det arbeid som her legges fram, var praktisk talt ferdig da jeg sluttet i min stilling i Ingeniør F. H. Frølich's Fond i 1952.

Bidrag til dekking av en del av beregningsutgiftene har jeg mottatt av Norges Landbrukshøgskoles Forskningsfond og Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening.

Professor HANS H. H. HEIBERG og skogforsøkslederne ALF BRANTSEG og PEDER BRAATHE har lest gjennom manuskriptet og gitt meg mange gode råd.

Jeg takker hermed for økonomisk støtte og faglig hjelp.

Vollebekk, desember 1953.

*Ola Børset.*





## I. Innledning.

Vi har hos oss bare en spesiell tabell for kubering av lauvtrær, nemlig Det norske Skogforsøksvesens bjørketabell (RUDEN 1944). Ved kubering av våre andre viktigste lauvtrær er vi derfor henvist til enten å bruke bjørketabellen eller en bartretabell. Det er imidlertid ganske stor forskjell i formen og barken hos våre treslag, og en kan derfor risikere å få en betydelig feil hvis en f. eks. kuberer osp etter bjørketabellen.

Da Ingeniør F. H. Frølich's Fond i 1943 begynte undersøkelser over produksjonen i ospeskog, meldte det seg snart behov for en egen kuberingstabell for dette treslaget. Ved den foreløpige kubering av stående trær på forsøksfeltene er hittil brukt enkle formtallskurver oppsatt på grunnlag av felte prøvetrær ved grafisk utjevning med diameteren som fri variabel.

Det har hele tiden vært forutsetningen så snart som mulig å lage en egen kubikktabell for osp. Arbeidet på produksjonsflatene har etter hvert gitt ganske mange seksjonsmålte prøvetrær. Da dessuten Det norske Skogforsøksvesen velvilligst har utlånt sitt prøvemateriale for osp, er nå det totale antall trær som kunne brukes til utregning av en kubikktabell kommet opp i 1 262, et antall som normalt skulle ansees tilstrekkelig.

## II. Tidligere undersøkelser over form og volum hos osp.

Det er forholdsvis sparsomme opplysninger en finner i litteraturen om form og volum hos osp. Fra vårt eget land har vi tidligere ingen undersøkelser, men det fins noen fra våre naboland.

SCHOTTE (1917) gir en foreløpig melding om produksjonen på 7 prøveflater i svenske ospebestand. På 5 av disse flatene er det tatt ut en del prøvetrær, og middelformtallene flatevis for disse er gjengitt i tabell 1. Som en ser varierer formtallene fra 0,464

til 0,495. Noen sammenheng mellom formtall og flatenes middeldiameter synes det ikke å være.

Senere har PETRINI (1944) behandlet 3 av disse flatene mer inngående. PETRINI gir ikke opp nok data til å beregne formtallene for felt virke. Derimot kan en regne ut middelformtallene som er brukt for stående trær ved de enkelte revisjoner. Disse tallene er satt opp i tabell 2. Formtallene varierer fra 0,441 til 0,483. Middel-

Tabell 1. Bestandsmiddelformtall, svensk osp. (Etter SCHOTTE 1917).  
Uttatte trær.

*Mean form factor for stands, Swedish aspen. Thinnings.*

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Middeldiameter <i>Mean diameter</i> cm	Middelhøyde <i>Mean height</i> m	Formtall <i>Form factor</i>
378	8,5	11,5	0,480
377	11,6	14,2	0,464
422	18,1	20,9	0,495
376	10,1	12,8	0,495
147	16,9	18,7	0,494

formtallene er noe lavere enn de SCHOTTE fant. Innenfor de enkelte felter er det ikke så lett å påvise noen sikker nedgang i formtallene med alderen. På flate 376 har det til og med vært en liten økning i formtallet for gjenstående trær i løpet av perioden på 26 år. For de to andre er det en svak nedgang, men formtallene har vært påfallende konstante de senere år.

EKLUND och WENMARK (1925) har foretatt formundersøkelser på osp i 9 utlagte forsøksflater. Tabell 3 viser formtallets variasjon med alderen. Disse formtallene ligger betydelig over de før nevnte for svensk osp, og dette skyldes nok i første rekke at EKLUND och WENMARK opererer med formtall og formklasse under bark. Ospa har til dels ganske tykk bark nederst på stammen. Det er derfor naturlig at formtallet blir større under bark enn over. Av tabell 3 går det tydelig fram at formtallene avtar jevnt med tiltagende alder, fra 0,522 ved alder 25 år til 0,483 ved alder 65 år. Formklassen (formkvotienten), som er et bedre uttrykk for treets virkelige form, viser derimot økende verdier med

Tabell 2. Formtall for 3 svenske forsøksflater (se PETRINI 1944).  
Gjenstående trær.

*Form factor for 3 Swedish sample plots. Main crop.*

Flate nr. <i>Plot no.</i>	Alder <i>Age</i>	Middeldiameter <i>Mean diameter</i> cm	Middel høyde <i>Mean height</i> m	Middel- formtall <i>Mean form</i> <i>factor</i>
376	31	13,8	14,3	0,472
	36	16,5	16,6	0,467
	41	18,1	17,9	0,472
	47	20,3	19,6	0,467
	52	23,1	20,4	0,463
	57	25,2	21,2	0,474
377	30	15,4	15,9	0,467
	35	17,9	18,1	0,447
	40	19,9	19,5	0,448
	46	22,7	21,2	0,445
	51	25,7	22,6	0,441
	56	27,7	23,6	0,442
378	23	11,6	13,2	0,483
	28	14,6	16,4	0,463
	33	16,3	17,8	0,453
	39	19,2	20,3	0,452
	44	22,2	21,2	0,448
	49	24,4	22,5	0,446

stigende alder. Dette stemmer overens med erfaringer for andre treslag.

Formtallene i tabellene 1, 2 og 3 er bestandsmiddelformtall, slik de kan beregnes etter formelen:

$$F = \frac{V}{G H}$$

hvor V er bestandets volum, G er grunnflaten og H middel høyden.

Alle andre formtallserier i dette arbeid er formtall funnet ved diametervis sortering av materialet.

Bestandsmiddelformtallene ligger en god del lavere enn diameterklassevis beregnede formtall, vanligvis 10—20 enheter, jfr. BRANTSEG (1951) som gjengir kurver for begge serier.

Tabell 3. Formtall og formklasse hos osp under bark. (Etter EKLUND och WENNMARK 1925.)

*Form factor and form class for aspen under bark.*

Alder Age	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Formtall	0,522	0,517	0,511	0,509	0,503	0,499	0,493	0,489	0,483
Form factor									
Formklasse	0,643	0,655	0,665	0,673	0,679	0,683	0,686	0,688	0,690
Form class									

I 1947 ga ILVESSALO ut et større arbeid, Volumtabeller for stående trær, hvor han bl. a. har en spesiell tabell for osp over 16 m. For mindre høyder anbefaler han for osp å bruke bjørke-tabellen.

ILVESSALO innførte i sine tabeller avsmalningsklasser som uttrykk for treets form. Avsmalningen uttrykkes som forskjellen mellom diameteren i brysthøyde og diameteren 6 m oppe på stammen. For måling av denne høytliggende diameter ble konstruert en spesiell klave.

Ved bruk av ILVESSALO's tabell i praksis må en formodentlig regne ut middelerdien for avsmalningen diameterklassevis, på samme måte som en gjør det for høyden. Men ILVESSALO mener også at en ved kubering av et bestand, f. eks. en prøveflate, kan bruke en midlere avsmalningsklasse, idet en legger mest vekt på avsmalningen hos de største trærne, de som teller mest i volum.

Alle kubikktabeller hos oss er utarbeidet med bare diameter og høyde som inngang. Det er da mulig å studere hvordan brysthøydeformtallet varierer med diameter og høyde for de enkelte treslag.

For gran og bjørk kan en si at formtallet stort sett stiger med fallende diameter for konstant høyde og med stigende høyde for konstant diameter (jfr. EIDE 1923 og 1927, NÄSLUND 1947, BRANTSEG 1951 og RUDEN 1944). For små dimensjoner er det vanligvis en del avvik fra det nevnte sammenhengsforhold, som vel har sin årsak i at en bruker brysthøydeformtallet i stedet for det ekte formtall.

Hos furu trer ikke brysthøydeformtallets avhengighet av diameter og høyde så sterkt fram. EIDE (1923) og BAUGER (1951) har

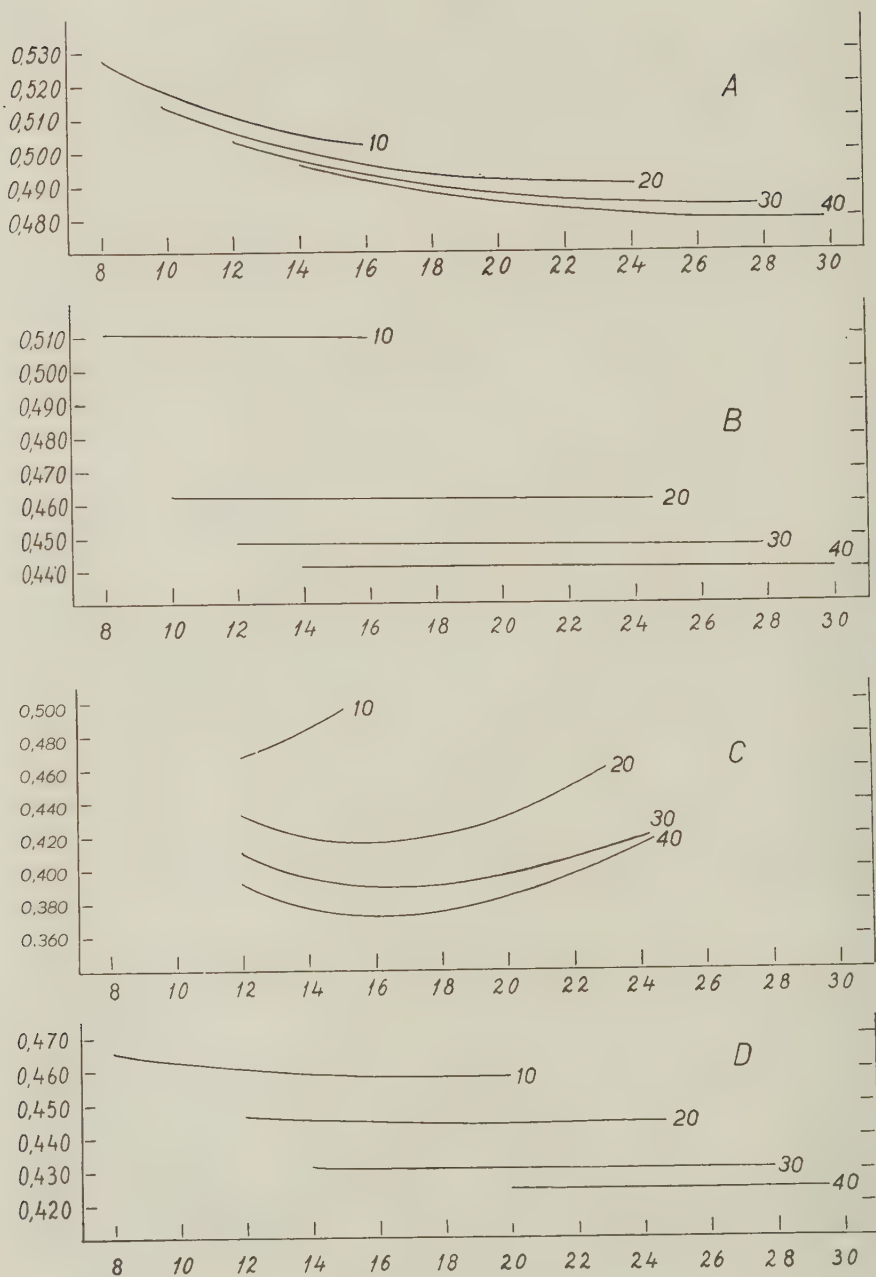
begge for konstant høyde fått en ganske kraftig stigning av formtallet med fallende diameter. For konstant diameter har de i motsetning til hva tilfellet er hos gran, fått synkende formtall med stigende høyde. For de større diametre er imidlertid høydens innvirkning liten.

NILSEN og SLEPPEN (1940) har for furu på Vestlandet fått svært liten variasjon i formtallene. Det er en svak økning i formtallet med stigende diameter for konstant høyde, og et svakt fall i formtallet for økende høyde med konstant diameter.

På grunn av at ILVESSALO har spaltet opp sitt materiale på avsmalningsklasser, er det ikke mulig å studere nærmere hvordan formtallet varierer med diameter og høyde hos den finske ospa.

VINCENT, KORSUN<sup>1</sup> a ZAVADIL (1950) omtaler 2 russiske kuberingstabeller for osp. Den ene er utarbeidet av TJURIN og grunner seg på 478 trær. Den andre er utarbeidet av KRÜDENER og ORLOV, som har målt hele 6 500 stammer. Fig. 1 viser hvordan de formtall som svarer til disse 2 tabellene varierer med diameter og høyde. TJURIN's tabell gir stort sett ca. 14 % større kubikkmasse enn KRÜDENER—ORLOV's. TJURIN's tabell viser liten variasjon i formtallet. Det er dog et svakt fall i formtallet for stigende høyde med konstant diameter og likeså et svakt fall i formtallet for stigende diameter med konstant høyde. KRÜDENER—ORLOV's tabell viser også fallende formtall med stigende diameter, mens høyden ikke har noen virkning på formtallet for konstant diameter.

Her skal også nevnes et par amerikanske kuberingstabeller for *Populus tremuloides*, en art som er svært lik vår egen osp. BAKER (1925) har beregnet en tabell på grunnlag av 1 573 målte trær fra Utah og KITTREGDE and GEVORKIANTZ (1929) har publisert en tabell basert på 584 trær fra Minnesota. Fig. 1 viser også formtallsvariasjonen for disse 2 tabellene. Formtallene er her betydelig mindre enn for de russiske tabellene. Det skyldes at de amerikanske tabeller gir kubikkinnholdet uten bark, med inngang diameter med bark. BAKER's kurver viser stort sett samme forløp som det en vanlig finner hos gran (jfr. f. eks. EIDE 1923 og 1927), mens KITTREGDE og GEVORKIANTZ's resultat mer faller sammen med KRÜDENER—ORLOV's.



Høyde i m. Height in m.

Fig. 1. Formtallets variasjon med høyde og diameter hos osp etter forskjellige kuberingstabeller.

Variation of aspen form factor with height and diameter according to different volume tables.

A: TJURIN. Russisk osp. Russian aspen.

B: KRÜDENER—ORLOV. Russisk osp. Russian aspen.

C: BAKER. Amerikansk osp. American aspen.

D: KITTREGDE-GEVORKIANTZ. Amerikansk osp. American aspen.



### III. Utarbeiding av kubikktabell for norsk osp.

#### I. Materialet.

Materialet består av felte trær fra Det norske Skogforsøksvesens og Ingeniør F. H. Frølichs Fond's produksjonsflater fordelt over det sydlige Norge slik som fig. 2 viser. Trærne er vesentlig uttatt ved tynningshogster.

Det er i alt 1 262 trær som er brukt. Vel halvparten er målt med 1 m's seksjoner, resten med 2 m's seksjoner. Kuberingen er utført seksjonsvis etter HUBER's midtflateformel. På hvert målestед er tatt to kryssvise diametre utenpå bark. Lengden er for 2 m's seksjonstrærne målt fra den faktiske stubbe, for 1 m's seksjonstrærne fra en teoretisk stubbe som er satt til 1 % av trehøyden.

Tabell 4 gir en del opplysninger om prøvetrærne og prøveflatene.

Det helt overveiende antall av de undersøkte trær skriver seg fra rene ospebestand, så de formforhold som kommer til uttrykk gjennom materialet må sies å gjelde osp i rene eller tilnærmet rene bestand.

På noen få flater var det likevel ved siste revisjon en del innblanding av andre treslag, enten som et under- og mellombestand av gran (flate 6, 12 og 16) eller en mer likeverdig innblanding av andre lauvtrær eller bartrær.

Ved siste revisjon utgjorde «andre» treslag uttrykt i prosent av total stående kubikkmasse på de mest blandede flater:

Flate 12 hadde 36 % innblanding og flatene 6, 16, 23, 25 og 32 hadde alle mellom 9 og 12 % innblanding.

Geografisk representerer materialet de beste ospedistrikter i landet. Det er særlig i Vestfold, Telemark og Agder-fylkene at ospa betyr noe større i skogbruket, og det er da også først og fremst dette område som har bruk for en spesiell kuberingstabell for osp.

Det er ikke gjort noe forsøk på å dele opp materialet f. eks. på to mindre geografiske områder. En slik oppdeling ble forsøkt ved en undersøkelse over formen på ospetømmer (BØRSET 1952), men det var ikke mulig å påvise noen geografisk variasjon. Det er derfor heller ikke sannsynlig at en ville ha oppnådd noe ved en tilsvarende oppdeling av dette materialet for kubering av stående osp.



Fig. 2. Karttriss som viser beliggenheten av de produksjonsfelter prøve-trærne er hentet fra.

*Map showing the location of the sample plots investigated.*

Tabell 4.      Prøveflater og prøvetrær.      *Sample plots and sample trees.*

Felt nr. <i>Sam- ple plot no.</i>	Herred og fylke <i>District and county</i>	Høyde o. h. <i>Altitude m</i>	Siste revisjon <i>Last measurement</i>			Antall prøvetrær <i>Number of sample trees</i>		
			Gjenst. trær			1 m	2 m	Sum
			År	Main crop		seksjon	seksjon	Sum
			Year	Alder	M. høy.	1 m section	2 m section	Total
				Age	M. hght.			
	Frølichs Fond's felter: <i>The plots of the Frølich Foundation:</i>							
1	Ås, Akershus . . . . .	70	1951	30	15,5	21	16	37
2	Holt, Aust-Agder ..	65	1951	48	22,0	11	3	14
3	—»— ..	35	1951	39	17,8	8	6	14
4	Froland, — ..	85	1951	53	22,1	24	21	45
5	—»— ..	110	1951	52	25,1	32	28	60
6	Holt, Aust-Agder ..	110	1951	58	20,7	20	1	21
7	Vennesla, Vest-Agder	50	1951	44	17,3	19	13	32
8	Tveit, —	35	1951	58	20,8	8		8
9	Vegårdshei, Aust-Agder . . . . .	75	1951	48	21,1	21	13	34
10	—»—	80	1951	47	18,5	16	21	37
11	—»—	130	1951	46	20,6	15	6	21
12	Stange, Hedmark ..	210	1949	56	20,0	22	23	45
13	Sandar, Vestfold ..	30	1948	46	17,2	15	25	40
14	Brunlanes, —	40	1948	36	14,3	11	13	24
15	Gjerpen, Telemark	100	1949	45	19,7	19	26	45
16	Solum, —	130	1948		24,4	23	6	29
17	Drangedal, —	75	1949	43	21,8	22	14	36
19	Sannidal, Telemark	100	1948	48	15,9	8		8
20	Søndeled, Aust-Agder	15	1949	45	20,4	13	13	26
21	—»—	25	1949	46	21,0	11	1	12
22	—»—	40	1949	46	19,7	18	15	33
23	Froland, —	60	1948	45	21,0	22		22
24	—»—	75	1949	45	19,3	21	17	38
25	—»—	85	1949	41	15,0	8	16	24
26	Norderhov, Buskerud	400	1949	51	19,7	7	6	13
27	—»—	450	1949	48	18,8	12	10	22
28	Bamble, Telemark	95	1949	42	15,8	18	6	24
29	Idd, Østfold . . . . .	140	1950	68	24,9	11	3	14
30	Røyken, Buskerud	80	1950	39	19,5	8		8
32	Solum, Telemark	100	1949	57	21,0		17	17

Fortsettes neste side.

Tabell 4.      Prøveflater og prøvetrær.    *Sample plots and sample trees.*

Felt nr.  <i>Sam- ple plot no.</i>	Herred og fylke  <i>District and county</i>	Høyde o. h.  <i>Altitude m</i>	Siste revisjon <i>Last measurement</i>			Antall prøvetrær <i>Number of sample trees</i>		
			År  <i>Year</i>	Gjenst. trær <i>Main crop</i>		1 m	2 m	Sum
				Alder  <i>Age</i>	M. høy.  <i>M. hght.</i>	seksjon	seksjon	Total
						1 m <i>section</i>	2 m <i>section</i>	
	Det norske Skogforsøksvesen's felter: <i>The plots of the Norwegian Forest Research Institute:</i>	-						
229 I	Lørenskog, Akershus	180	1950	42	20,0	13	4	17
229 II	—»—	180	1950	42	16,4	5	1	6
241	Eidsberg, Østfold	160	1952	62	21,6		1	1
242	—»—	160	1952	62	20,7	22	28	50
313	Froland, Aust-Agder	145	1952	58	17,1	35	18	53
376	Norderhov, Buskerud	320	1948		17,9	2	9	11
404	Siljan, Telemark ..	170	1951	41	18,0	85	43	128
520	Nes, Hedmark ....	360	1952	51	16,5	37	66	103
521	—»—	360	1952	56	18,4	34	56	90
Sum						697	565	1 262
Total								

Det kan reises innvendinger mot å opprette kuberingstabell på grunnlag av et materiale som hovedsakelig er tatt ut ved tynningshogster. En kan jo tenke seg at formen hos trærne, for gitt diameter og høyde, kan være forskjellig hos tynningsvirke og gjenstående trær. Det kan på dette punkt være noen forskjell på lauvtrær og bartrær. Ved tynning i lauvskog må en ta mer hensyn til kvaliteten hos det enkelte tre enn til fordelingen, og dette kan føre til at gjenstående trær blir særlig gode.

Ved å bygge hovedsakelig på tynningsvirke blir også de store dimensjoner forholdsvis svakt representert, og det kan bli nødvendig med ekstrapolering for å strekke tabellen ut så langt som ønskelig for praktisk bruk.

Når materialet likevel er bearbeidet på det nåværende tidspunkt er det fordi det kan betraktes som tilfredsstillende representativt for det som i dag omsettes av osp. Spesielt gjelder dette de mindre og midlere dimensjoner, men det er neppe særlig store

avvik for større trær heller. Annerledes kan det stille seg i framtida, hvis bestandene blir tynnet sterkt fra et relativt tidlig tidspunkt. Da kan det vel tenkes at formforholdene endres.

Unormale trær, som toppbrukne trær, kløfttrær etc., er ikke tatt med i materialet.

Prøvetrærnes fordeling på diameter- og høydeklasser går fram av tabell 8. Tabell 5 viser noen middeltall, med spredningen om disse, absolutt og i prosent, samt variasjonsvidden.

Det er påfallende liten spredning om formtallet, sammenlignet med mange andre treslag (jfr. f. eks. NÄSLUND 1947 og RUDEN 1944). NÄSLUND har i sitt materiale for hele Sverige en spredning på ca. 13 % både for furu, gran og bjørk. Spredningen hos osp, knappe 6 %, er mindre enn den spredning NÄSLUND (l. c.) har fått om sine *utjevningsfunksjoner*.

## 2. Noen generelle betraktninger.

*Tabell med eller uten bark.* Osp omsettes nå mest med barken på, og prisen stipuleres for kubikkmasse med bark. Dette gjelder både fyrstikkosp og sliposp. Det er derfor naturlig å regne ut kuberingstabellen for osp med bark. Ved hjelp av en spesiell barkvolumprosenttabell kan en, om så ønskes, finne kubikkmasse uten bark.

Tabell 5. Oversikt over prøvetrematerialet. 1 262 trær.

*Some statistical figures for the sample trees (1 262).*

Variable <i>Variables</i>	Aritmetisk middel <i>Aritmetic mean</i>	Spredning <i>Standard deviation</i>	Variasjons- koeffisient <i>Coefficient of variation</i>	Variasjons- vidde <i>Range of variation</i>
Formtall ..... <i>Form factor</i>	0,499	0,030	5,9	0,43—0,58
Diameter, cm ..... <i>Diameter</i>	15,14	4,45	29,4	4,5—34,5
Høyde, m ..... <i>Height</i>	17,21	3,34	19,4	6,5—28,5



*Valg av variable.* Det er to krav som stilles til en tabell for kubering av stående trær, nemlig:

1. Enkel og rask å bruke.
2. Tilstrekkelig nøyaktig for praktisk bruk.

De variable som en benytter seg av, må derfor for det første være lett målbare på stående trær, og de må dessuten være gode volumangivere. De helt avgjørende faktorer er diameteren og høyden. Disse inngår da også i praktisk talt alle volumtabeller. Diameteren måles av praktiske grunner vanligvis i brysthøyde (det vil som regel si 1,3 m eller 4,5 fot over marken). HILDÉN (1926) gikk imidlertid ut fra diameteren 3 m fra marken ved opprettelsen av sin kuberingstabell for bjørk i Finnland.

Det store problem i arbeidet med å komme fram til mer nøyaktige kuberingstabeller, har vært å finne et enkelt uttrykk for treets form. SCHIFFEL (1899) brukte i denne hensikt uekte formkvotient, JONSON (1910) den absolutte formkvotient, som han for stående trær bestemte via formpunkthøyden. Senere har NÄSLUND (1940, 1947) innført kroneforholdet, dvs. kronens lengde i prosent av treets høyde over marken, og ILVESSALO (1947) som allerede nevnt, diameteren 6 m oppe på stammen.

Innføring av en tredje uavhengig variabel gjør alltid både markarbeidet og beregningsarbeidet mer komplisert. Kuberingstabellene blir store og uhåndterlige. En prøveberegning for dette ospemateriale viste svært lite utslag for kroneforholdet. Det falt derfor naturlig å bruke bare diameter og høyde som fri variable ved beregning av kuberingstabellen.

*Grafisk eller numerisk utjevning.* Metoden med grafisk utjevning er rask og enkel, men den er sterkt skjønnsmessig betont og utelukker en nøyaktig beregning av spredningen. Ved den numeriske utjevning må en forsøke å finne fram til gode utjevning funksjoner, først og fremst gjennom matematiske betraktninger, men også ved å prøve seg fram. Bortsett fra valg av funksjon, er denne metode uavhengig av det subjektive skjønn, og spredningen kan beregnes teoretisk riktig, idet en kjenner antall frihetsgrader feilberegningen må grunne seg på. Antall frihetsgrader spiller imidlertid liten rolle når en har så mange observasjoner som det her dreier seg om.

*Formtallsmetoden.* Ved utarbeiding av kuberingstabeller har det vært vanlig å foreta utjevning av formtallet eller formhøyden,



med diameter og høyde, og eventuelt også andre faktorer, som uavhengig variable.

Ved slike utjevninger, hva enten de skjer grafisk eller numerisk etter minste kvadraters metode, vil en få den minst mulige feil på formtallene. Formtallets størrelse og antall trær i gruppen ved eventuell klasseinndeling, blir avgjørende for utjevningskurvenes beliggenhet. På denne måten veier formtallene likt, enten de representerer store eller små trær. Hvis det er en sterk sammenheng mellom formtall og de uavhengig variable, skulle ikke dette innebære noen ulempe, men hvis en ikke finner gode funksjoner for sammenhengene, kan det tenkes at en tvinger utjevningen inn i baner som er mindre heldig for den etterfølgende beregning av kubikkmassen. Ofte har en et relativt fyldig materiale for de små dimensjoner, mens de store trær gjerne er mer sparsomt representert i grunnmaterialet. Dette vil lett føre til at småtrærne, som spiller mindre rolle volummessig, får for stor vekt ved utjevningen.

*Direkte utjevning av volumet.* Teoretisk skulle en direkte utjevning av volumet være å foretrekke, idet en da får den minste feil på det samlede volum. Men ved denne metode løper en ved numerisk utjevning den risiko at smådimensjonene blir helt undertrykt av de store, idet de siste blir helt avgjørende for hvor utjevningsfunksjonen kommer til å gå, slik at en kan få prosentisk meget stor feil på små trær. Dette kan en imidlertid hjelpe noe på ved å dele opp materialet og behandle smådimensjonene for seg.

Hos oss har NILSEN og SLEPPEN (1940) foretatt direkte utjevning av volumet. NÄSLUND (1940) har utjevnet småtrærne direkte etter volumet, mens han for de større trær har jevnet ut formtallet. Det er lett slik som NÄSLUND (1. c.) har gjort, å regne seg over fra formtallfunksjonen til volumfunksjonen, men da må en være klar over at den siste ikke direkte er beregnet etter minste kvadraters metode.

ILVESSALO (1947) har også foretatt direkte utjevning av volumet.

### 3. Utjevning av formtallet.

Etter inndeling av materialet i diameter- og høydeklasser, ble middelformtallene med bark beregnet klassevis. Grafiske oppstillinger viste små variasjoner og usikre systematiske tendenser. Det var således ikke mulig å finne den sterke sammenheng som f. eks.

BRANTSEG (1951) har funnet mellom formhøyde og høyde for gran på Vestlandet. Hans middelformhøyder ble liggende helt systematisk og regelmessig, og han kunne derfor ved enkel grafisk utjevning få pålitelige formhøydeserier.

Med den forholdsvis lille spredning av formtallene for osp og de utydelige systematiske tendenser som grafiske oppstillinger viste, kunne en ikke vente å oppnå så svært meget ved utjevninger, hverken grafiske eller numeriske. Det er likevel foretatt en del beregningsmessige utjevninger. De uavhengig variable er valgt med støtte i tidligere arbeider, i første rekke arbeider av EIDE (1927) og NÄSLUND (1940).

Tabell 6 viser resultatet av de utførte regresjonsberegninger. Som en ser er alle korrelasjonskoeffisienter svært små. For praktisk bruk ser det ut som om en med fordel kunne bruke den enkle utjevning med diameteren i brysthøyde som uavhengig variabel, altså følgende ligning for brysthøydeformtallet:

$$F = 0,532 - 0,0022 D$$

En vinner litt ved å ta inn høyden, og den beste utjevning får en etter denne ligning:

$$F = 0,540 - 0,0017 D - 0,0184 \frac{D}{H}$$

Forøvrig må en si at forskjellene mellom ligning 1, 5, 6 og 7 etter tabell 6 er svært små. Det viser at innenfor det område som dekkes av prøvetrærne er de alle praktisk talt like gode. Normalt skulle en da velge en enklere funksjon framfor en mer komplisert. Hvis en i praksis må ekstrapolere, kommer derimot et nytt moment inn, nemlig hvordan funksjonen oppfører seg i ytterkantene av grunnmaterialet.

Teoretisk er det rimelig at formtallene blir forholdsvis store for de små dimensjoner. Et tre med paraboloidform og høyde 2,6 m, skal således teoretisk ha formtallet 1. For praktisk kubering spiller imidlertid dette teoretiske krav til formtallskurvenes forløp liten rolle. Det er langt viktigere at kurvene får et riktig forløp for de mest aktuelle dimensjoner, og da særlig for de noe større. Ved valget mellom utjevningsfunksjoner som gir temmelig like resultater hva spredning og korrelasjonskoeffisient angår, er man henvist til å bruke skjønn.

Fig. 3 viser formtallets variasjon etter de 3 beste utjevnings-

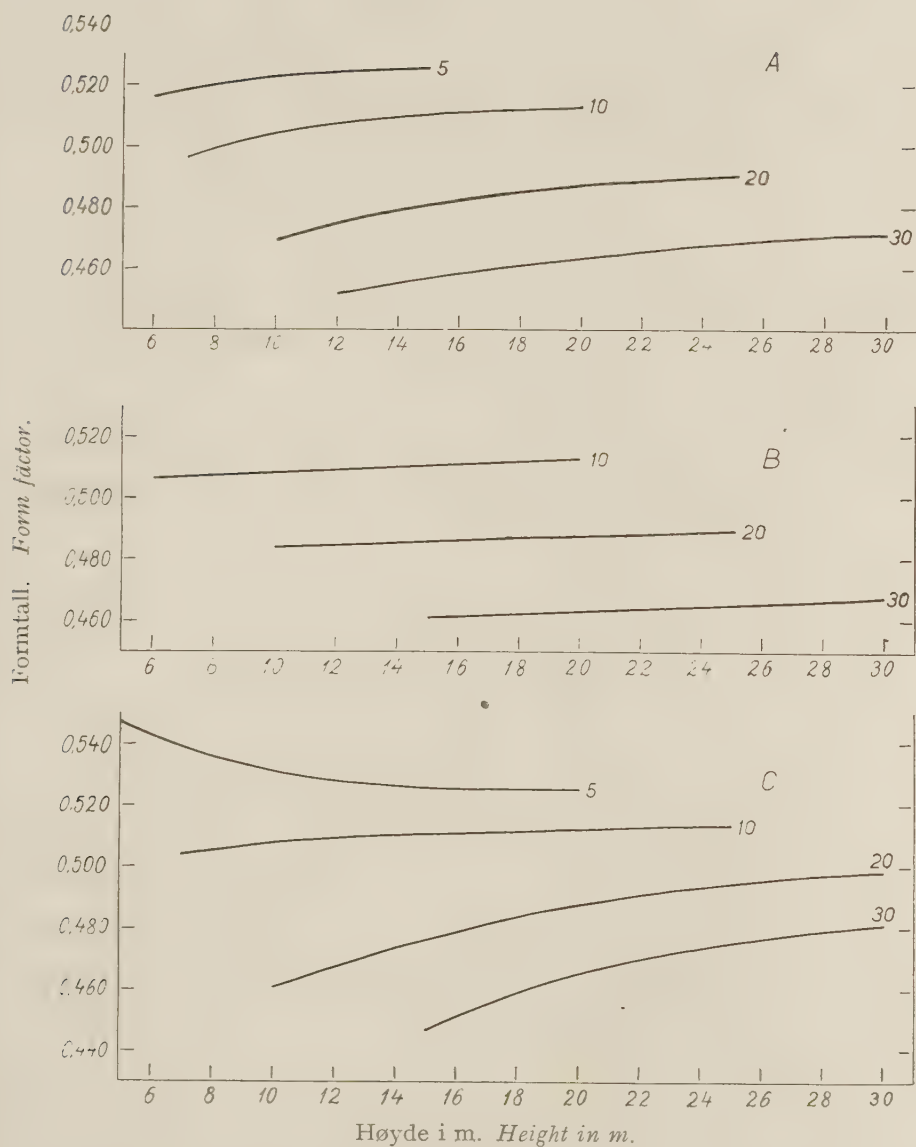


Fig. 3. Grafisk fremstilling av utjevningsfunksjoner for formtallet (etter tabell 6). A = funksjon nr. 5, B = 6 og C = 7.

Graph showing smoothing functions for form factor (according to Table 6). A = function no. 5, B = 6 and C = 7.

funksjoner. Kurvenes forløp etter funksjon 7 faller nær sammen med det EIDE (1927) fant for gran.

Ved å bruke formhøyden istedenfor formtallet ved utjevningen slik som EIDE, BRANTSEG m. fl. har gjort, er det klart at en ville få en sterkere sammenheng mellom formhøyde på den ene side og diameter og høyde på den annen, enn det som her er funnet for formtallet. Formhøyden er jo i seg selv et produkt hvor høyden går inn, og diameteren er også sterkt korrelert med høyden. Dette ville imidlertid ikke forandre det faktum at selve formtallet i det undersøkte materiale av osp er meget svakt korrelert med høyde og diameter.

En kan selvsagt tenke seg andre utjevningsfunksjoner med diameter og høyde som fri variable enn de som fremgår av tabell 6, men det er lite sannsynlig at en ville oppnå noe vesentlig bedre enn det som er funnet.

#### 4. Det gjennomsnittlige formtall.

Som nevnt foran er spredningen av formtallene omkring det aritmetiske middel for det undersøkte materiale liten, bare ca. 6 %. Dette viser at formtallet hos osp varierer mindre enn f. eks. hos gran og bjørk.

Beregningene viser også at det er svak sammenheng mellom formtall på den ene siden og diameter og høyde på den annen. Dette fører en lett inn på den tanke å bruke et gjennomsnittlig formtall ved kubering av osp i tilfelle hvor det ikke settes særlig store krav til nøyaktigheten, og når det bare dreier seg om en rask kalkyle over kubikkmassen.

Det fremgår av tabell 5 at det aritmetiske middel av formtallene for de undersøkte 1 262 trær er 0,499, eller avrundet 0,5. Dette formtallet ville nok gi bra resultat ved kubering av mindre og middels store trær, men for et bestand eller en skog med tilsvarende dimensjonsfordeling som det undersøkte materiale, ville en få for stor kubikkmasse, fordi det er et svakt fall i formtallet med stigende dimensjon.

Et riktigere middel-formtall finner en ved hjelp av formelen  $V = G H F$

Setter en her inn middeldiameteren ( $d$ ), middelhøyden ( $h$ ) og

Tabell 6. Funksjoner for formtallet (F),  
*Functions for the form factor (F).  $D = D$ ,  $b$ ,  $h$ ,  $o.b.$ ,  $H = height$ .*

Ligning nr. Equation no.	Kon- stantledd <i>Con- stant term</i> a	Regressjonskoeffisient med middelfeil for <i>Regression coefficient with standard error for</i>				S	r (R)
		D	H	$\frac{D}{H}$	$10 \frac{D}{H}$		
1	0,53	—0,0022±0,0002	—0,002 ± 0,0003	0,051±0,005		0,028	— 0,323
2	0,47					0,029	— 0,225
3	0,45					0,028	— 0,282
4	0,47				0,047 ± 0,007	0,029	0,195
5	0,54	—0,0017±0,0003		—0,018±0,007		0,028	0,334
6	0,53	—0,0024±0,0009	0,0004 ± 0,0001	—0,048±0,005		0,028	0,327
7	0,52				0,039 ± 0,006	0,028	0,326

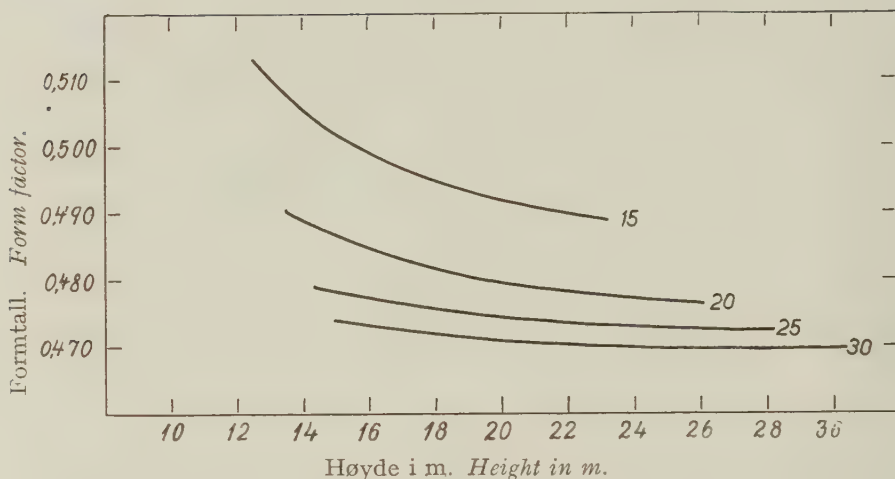


Fig. 4. Formtallets variasjon etter den nye ospetabell (funksjoner for store trær).

*The variation of form factor according to the new aspen table (the equation for large trees).*

treantallet (a) diameterklassevis får en dette uttrykket for formtallet:

$$F = \frac{V}{\frac{\pi}{4} \sum a d^2 h}$$

Middel-formtallet etter denne formel blir 0,492. Dette ligger altså noe under det aritmetiske middel, men ikke mer enn at som en enkel og grei huskeregel kan en anbefale ved raske overslag med beskjedne krav til nøyaktighet å bruke 0.5 som formtall ved kubering av osp utenpå bark i Sør-Norge.

### 5. Direkte utjevning av volumet.

Da det er volumet en søker ved kubering av trær, skulle det som nevnt prinsipielt være riktig å foreta en direkte utjevning av trærnes volum. Formtallet er jo bare en reduksjonsfaktor, som i seg selv ingen interesse har.

Hvis en betrakter den generelle formel for kubering av et tre ved hjelp av formtall

$$V = F \frac{\pi}{4} D^2 H$$



ser en uten videre at faktoren  $D^2H$  må bli av avgjørende betydning for treets volum. NÄSLUND (1940) har da også brukt nevnte faktor for volumutjevningen hos trær mindre enn 5 cm i brysthøyde, delvis også med  $D^2$  som særskilt uavhengig variabel.

SCHUMACHER and HALL (1933) lanserte en ny metode for utjevning av volumet. De tok utgangspunkt i følgende uttrykk:

$$V = D^a H^b C$$

hvor  $D$  og  $H$  betyr henholdsvis diameter i brysthøyde og høyde,  $C$  er en konstant og  $a$  og  $b$  er eksponenter, meget nær henholdsvis 2 og 1 i tallverdi. Ligningen ble ført over på logaritmisk form, og  $a$ ,  $b$  og  $C$  bestemt ved utjevning etter minste kvadraters metode. Den samme funksjon er brukt av NILSEN og SLEPPEN (1940) for furu på Vestlandet. Dette siste arbeid er forøvrig av spesiell interesse i norsk skogforskning, fordi forfatterne tok i bruk moderne regresjonsanalytiske metoder på et tidspunkt da disse ennå var lite påaktet i vårt land, metoder som etter hvert er blitt helt uunnværlige såvel i skogforskningen som i annen forskning.

Da det er noe mer besværlig å regne med de variable faktorerens logaritmer i stedet for selve de observerte størrelser, falt det naturlig først å forsøke en direkte utjevning av volumet. Faktoren  $D^2H$  ble regnet ut for alle trær. Det ble regnet med en desimal for diameteren i cm og høyden i m. Produktet ble for å lette regningen dividert med 100 og rundet av til nærmeste hele tall.

En grafisk framstilling med  $D^2H$  avsatt på abscisseaksen og treets volum på ordinataksen viste et meget nær lineært avhengighetsforhold. Ved en prøveberegning ble forsøkt utjevning både av første og annen grad med faktoren  $D^2H$  som uavhengig variabel, men det viste seg at en vant praktisk talt ingen ting ved å bruke den krumlinjede utjevning, som det derfor ble sett bort fra ved det videre arbeid med utjevningen.

Ved utjevning av hele materialet, ble dette først delt inn i klasser både for volum og  $D^2H$ . Det viste seg at inndelingen ble for grov, og kubikkmassen etter utjevningsfunksjonen ble alt for stor for de minste trærne. Derfor ble klassedelingen sløyet, og utregning av kvadratsummer og kryssprodukter foretatt direkte på enkelttrærne. Videre ble de minste trærne, 514 stk. til og med diameterklassen 12—13 cm, behandlet for seg.

Under prøveberegningen ble det også forsøkt andre måter å



*Volume table for aspen o.b.*

Height above stump in m													D 1,3 m.b. D.b.h. o.b. cm
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
													6
													7
0,046	0,049												8
058	061	0,064	0,068										9
071	075	079	083	0,087									10
087	091	096	101	106	0,111								11
103	109	114	120	125	130	0,136							12
121	128	134	140	145	150	156	0,162						13
139	147	154	161	167	173	180	187						15
157	166	175	183	191	199	207	215	0,223					15
178	187	197	206	215	225	234	243	253					16
200	210	221	231	242	252	263	273	284	0,294				17
223	234	246	258	270	282	294	305	317	329	0,341			18
247	260	273	286	300	313	326	339	352	365	378			19
272	287	302	316	331	345	360	375	389	404	418	0,433		20
299	316	332	348	364	380	396	412	428	444	460	476	0,493	21
328	345	363	381	398	416	434	451	469	487	504	522	540	22
357	377	396	415	434	454	473	492	512	531	550	570	589	23
388	409	430	451	472	493	514	535	556	577	598	619	640	24
420	443	466	489	511	534	557	580	603	626	648	671	694	25
454	479	503	528	553	577	602	627	651	676	701	725	750	26
489	515	542	568	595	622	648	675	702	728	755	781	808	27
525	553	582	611	639	668	696	725	754	782	811	840	868	28
562	593	624	654	685	716	746	777	808	839	869	900	931	29
601	634	667	700	732	765	798	831	864	897	929	962	995	30
641	676	710	746	781	816	852	887	920	957	992	1,027	1,062	31
682	720	757	795	832	869	907	944	981	1,019	1,056	1,094	1,131	32
725	765	805	844	884	924	964	1,003	1,043	1,083	1,123	1,162	1,202	33
769	811	854	896	938	980	1,022	1,065	1,107	1,149	1,191	1,233	1,276	34
815	859	904	949	993	1,038	1,083	1,128	1,172	1,217	1,262	1,306	1,351	35
861	908	956	1,003	1,050	1,098	1,145	1,192	1,240	1,287	1,334	1,382	1,429	36
909	959	1,009	1,059	1,109	1,159	1,209	1,259	1,309	1,359	1,409	1,459	1,509	37
958	1,011	1,064	1,117	1,169	1,222	1,275	1,327	1,380	1,433	1,485	1,538	1,591	38
1,009	1,065	1,120	1,176	1,231	1,287	1,342	1,398	1,453	1,509	1,564	1,620	1,675	39
1,061	1,119	1,178	1,236	1,294	1,353	1,411	1,470	1,528	1,586	1,645	1,703	1,762	40

Tabell 8. Forskjellen mellom beregnet og seksjonsmålt volum i %. Treantall i parentes.  
*The difference in percent between volume found by using the new table and by sectioning. Number of trees in parenthesis.*

D 1,3 D. b. h. cm	Høyde i m												Sum Total
	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—19	20—21	22—23	24—25	26—27	28—29	
4—5	— 17,3 (4)												— 17,3 (4)
6—7		— 2,9 (3)	— 0,3 (10)	+ 15,3 (1)									+ 0,8 (14)
8—9		— 2,5 (3)	+ 0,4 (3)	— 0,3 (12)	— 2,3 (4)	+ 1,6 (1)							— 0,7 (23)
10—11		— 2,2 (1)	— 1,5 (13)	— 0,7 (56)	0,0 (94)	— 1,5 (26)	0,0 (9)						— 0,5 (199)
12—13			+ 4,0 (2)	+ 1,8 (26)	— 1,4 (99)	+ 0,3 (100)	— 4,4 (27)	0,0 (16)	— 0,7 (4)				— 0,7 (274)
14—15		+ 12,1 (1)		+ 6,9 (10)	— 1,3 (42)	+ 0,2 (121)	— 0,4 (66)	— 1,2 (21)	0,0 (6)				— 0,1 (267)
16—17				— 1,7 (2)	+ 9,7 (11)	— 5,6 (54)	— 0,9 (54)	— 1,0 (42)	— 0,7 (19)	— 3,4 (4)			— 1,7 (186)

[illegible]

dele materialet opp på, bl. a. i flere grupper, men den nevnte deling i to grupper viste seg mest hensiktsmessig.

Utjevningen ga dette resultat:

a. *Små trær*: Antall 514. Middelvolum 79,5 l.

$$V = 0,0398 D^2H - 0,21$$

Korrelasjonskoeffisient: 0,976.

Spredning om funksjonen: 6,13, dvs. 7,7 %.

Feilen på regresjonskoeffisienten: 0,0004.

b. *Store trær*: Antall 748. Middelvolum 246 l.

$$V = 0,0365 D^2H + 9,69.$$

Korrelasjonskoeffisient: 0,988.

Spredning om funksjonen: 23,30, dvs. 9,5 %.

Feilen på regresjonskoeffisienten: 0,0002.

Funksjonene gir treets volum i hele liter. Diameteren går inn i funksjonen uttrykt i cm, høyden i m.

De refererte koeffisienter viser at en har fått en god utjevning av volumet med denne enkle funksjonstype. De to funksjoner faller sammen for en verdi av  $D^2H$  på 3005.

Av funksjonene kan en lese seg til variasjonen i de tilsvarende formtall. Hvis konstantleddet hadde vært 0, ville formtallet blitt konstant.

For de store trærne ville dette konstante formtallet ha blitt:

$$F = \frac{0,0365 \cdot 4 \cdot 10}{\pi} = 0,465.$$

Konstantleddets verdi spiller forholdsvis mindre rolle jo større trærne blir. Alle formtallskurver (for forskjellige diameterklasser) vil således gå mot grenseverdien 0,465.

Fig. 4 viser de formtallene som svarer til volumfunksjonen for de store trærne. Variasjonen i formtall er liten. For konstant høyde stiger formtallet noe med fallende diameter, og det er et svakt fall i formtallet med stigende høyde for konstant diameter.

For de mindre trærne er konstantleddet i funksjonen negativt. Dette betinger en helt omvendt variasjon i formtallet. Imidlertid er det negative konstantleddet så lite at det i praksis blir uten virkning, slik at formtallet for aktuelle smådimensjoner blir meget nær konstant, dvs. 0,507, som er den øvre grense for formtallet etter småtrærnes funksjon.

Ved en foretatt prøvekuobering (se neste avsnitt) viste det seg



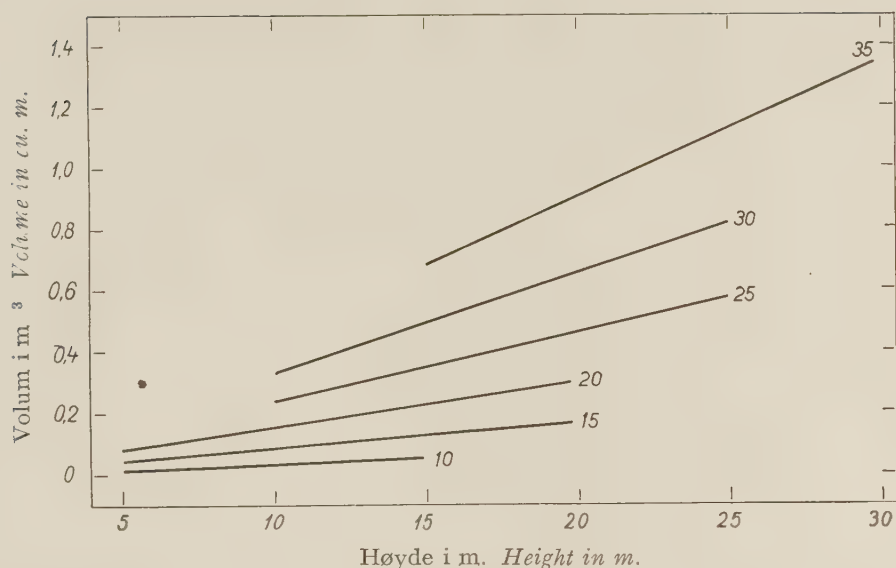


Fig. 5. Volumet av osp for noen diameterklasser etter den nye kuberingstabell.  
*Volume of aspen trees for some diameter classes according to the new table.*

at disse volumfunksjonene ga et noe bedre resultat enn de beste formtallsfunksjoner

Resultatet av den direkte volumutjevningen er satt opp i tabell 7, som gir treets kubikkmasse med bark over stubben, når en kjenner treets høyde over stubben og diameteren i brysthøyde, 1,3 m over marken.

Ved utregning av tabellen er det foretatt en skjønnsmessig tilpasning i det område hvor de to volumfunksjoner faller sammen, således er det brukt et konstant formtall på 0,506 for de minste trærne.

Fig. 5 viser for en del diameterklasser hvordan kubikkmassen varierer med høyden. Med høyden på absisseaksen får en rettlinjede funksjoner, med ubetydelige modifikasjoner for de minste dimensjoner, hvor de to funksjoner griper inn i hverandre.

## 6. Prøving av den foretatte utjevning.

Tabell 8 viser den prosentiske feil diameter- og høydeklassevis ved kubering etter den nye ospetabell, idet seksjonsmålt volum er regnet som «riktig» volum. Ved kuberingen er brukt middeldia-

meter og middelhøyde klassevis, altså ikke enkelttrær. Bruk av den nye ospetabell har ført til en underkubering for hele materialet på 1,0 %, som nok for en del skyldes klasseinndeling og bruk av aritmetisk middel for diameteren innen klassen.

Bortsett fra de 4 trær i diameterklasse 4—5 cm, høydeklasse 6—7 m, som er blitt sterkt underkubert, har kubering etter den nye tabell gitt små feil for alle diameter- og høydeklasser.

Det har sin store interesse å se hvordan tabellen virker i sine ytterkanter. Av tabell 8 ser det ut som små og middels store trær har fått litt for liten kubikkmasse, og at det er en svak tendens til overkubering av de store. Men feilene er i alle tilfelle så små, at de spiller liten rolle for praktisk kubering.

For å få et inntrykk av hvordan den beregnede funksjon også virker for ekstra store dimensjoner har jeg brukt et materiale som MATHIESEN (1949) har samlet. Dette er riktignok estnisk osp, men det kan likevel ha sin interesse å se hvordan estniske kjempedimensjoner kuberes etter funksjonen (tabell 9).

De 30 trærne — alle mellom 35,3 og 59,0 cm i brysthøyde og med høyder opp til 35,4 m, altså trær som til dels ligger langt utenfor det undersøkte norske materiale, og også utenfor det vi kan vente å oppnå i vårt land, er blitt overkubert med 4,5 %. Dette synes å tyde på at en ikke gjør noen stor feil ved å ekstrapolere ved hjelp av funksjonen. Feilene på enkelttrær må også sies å være meget små.

En annen prøve på utjevningsfunksjonens nøyaktighet sees av tabell 10.

Her er valgt ut av grunnmaterialet på slump 10 felter, som så er kubert diameterklassevis innen hvert felt, både ved hjelp av de beste formtallsfunksjoner som er nevnt foran og etter funksjonen for volumet direkte. Til sammenligning er også kubering foretatt etter tabell for gran (EIDE 1923 b) og bjørk (RUDEN 1944).

Funksjonen for direkte utjevning av volumet har gitt minst feil, — 0,40 %, men også formtallsfunksjonene har gitt tilfredsstillende resultater. Derimot viser det seg at en får systematiske feil om en kuberer osp etter gran- eller bjørketabell. Grantabellen gir positiv feil, fordi barken avtar mindre oppover stammen enn for osp, og for bjørk er det, som rimelig kan være, omvendt.

I tabell 11 er vist hvordan de enkelte diameterklasser kuberes

Tabell 9. Volum av estnisk osp etter funksjonen  $V = 0,0365 D^2H + 9,69$ .  
(Jfr. MATHIESEN 1949).

*Volume of Estonian aspen according to the formula  $V = 0.0365 D^2H + 9.69$ .*

Diam. 1,3 D.b.h. cm	Høyde Height m	Seksjons- målt volum m <sup>3</sup> Volume by sectioning cu. m	Formtall Form factor	Volum etter funksjon m <sup>3</sup> Volume by formula cu. m	Feil Error %
35,3	33,2	1,42	0,437	1,52	+ 7,0
36,2	27,6	1,30	0,458	1,33	+ 2,3
38,2	32,5	1,76	0,473	1,74	— 1,1
38,3	29,0	1,50	0,449	1,56	+ 4,0
38,9	31,9	1,84	0,486	1,77	— 3,8
39,3	31,8	1,83	0,474	1,80	— 1,6
40,0	31,0	1,57	0,403	1,82	+ 15,9
41,4	29,0	2,05	0,525	1,82	— 11,2
42,4	33,7	2,12	0,446	2,22	+ 4,7
44,5	31,5	2,16	0,441	2,29	+ 7,4
44,9	30,3	2,12	0,442	2,24	+ 5,7
46,0	28,0	2,01	0,432	2,17	+ 8,0
46,9	31,9	2,67	0,486	2,57	— 3,7
47,0	34,1	2,53	0,428	2,76	+ 9,1
47,2	26,9	2,12	0,450	2,20	+ 3,8
48,0	35,4	2,60	0,406	2,99	+ 15,0
48,3	33,0	3,04	0,503	2,82	— 7,2
49,9	30,2	2,64	0,447	2,75	+ 4,2
50,2	32,1	3,05	0,480	2,96	÷ 3,0
50,8	32,2	3,26	0,500	3,04	— 6,7
52,0	32,0	2,95	0,434	3,17	+ 7,5
54,1	31,5	3,00	0,414	3,38	+ 12,7
54,6	33,7	3,45	0,437	3,68	+ 6,7
55,3	33,5	3,80	0,472	3,75	— 1,3
56,2	29,4	3,09	0,424	3,40	+ 10,0
57,2	33,3	4,00	0,468	3,99	— 0,3
58,0	29,2	3,09	0,401	3,60	+ 16,5
58,5	27,5	2,87	0,389	3,45	+ 20,2
59,0	31,8	3,90	0,449	4,05	+ 3,9
59,5	29,5	3,35	0,408	3,82	+ 14,0



innen de foran nevnte 10 felter utvalgt på slump. Feilprosentene er jevnt over meget små og noen systematisk variasjon av feilene i forhold til diameterklassene synes det ikke å være.

En burde selvsagt helst ha prøvd kuberingsfunksjonen på trær som ikke går inn i grunnmaterialet. Det har dessverre ikke vært mulig. Likevel viser de her foretatte prøver at ospa kan kuberes ganske nøyaktig etter den oppsatte tabell og at tabellen tilfredsstiller det praktiske skogbruks behov. Jfr. side 406 hvor materialets brukbarhet er drøftet.

#### 7. Sammenligning med de russiske tabeller.

Fig. 1 viser formtallets variasjon etter de 2 foran nevnte russiske kuberingstabeller. En ser at den nyoppsatte norske tabell (fig. 4) faller best sammen med TJURIN's russiske. Formtallskurvene løper nokså likt, men TJURIN's tabell gir noe større verdier. Dette kan muligens ha sin årsak i at den russiske ospa har tynnere bark, hvilket også synes å gå fram av TJURIN's oppgave over barkprosentene for de forskjellige diameterklasser. På den annen side viser den russiske tabell, KRÜDENER—ORLOV's lavere kubikkmasse enn den nye norske, så en må nok regne med en viss variasjon i formen hos osp. Det er jo forøvrig ganske naturlig så stort utbredelsesområde som ospa har.

#### IV. Kubering etter ILVESSALO's tabell.

Det ligger nær å prøve ILVESSALO's finske tabell også på norsk osp. Noen vesensforskjell kan det vel neppe være på finsk og norsk osp, og da dessuten ILVESSALO har innført avsmalningsklassen som den tredje uavhengig variable, blir kuberingsgruppene sterkt innsnevret og dermed volumvariasjonen innen disse.

I tabell 10 er resultatet av kubering etter ILVESSALO's tabell tatt med. For hvert felt er det aritmetiske middel av trærnes avsmalning beregnet for hver diameterklasse. Det er bare brukt hele klasser ved kuberingen slik som ILVESSALO anviser. Det framgår av tabell 10 at denne kuberingsmåte har gitt et meget godt resultat, omtrent svarende til det som den nye kuberingstabell har gitt. Den største feil har en fått på flate 14 med — 6,62 %. Største positive

Tabell 11. Diameterklassevis proving av den nye kubikktabell. Samme materiale som i tabell 10. Treantall i parentes. *Test by diameter classes of the new volume table, based on the same material as in Table 10. Number of trees in parenthesis.*

D <sub>1,3</sub>	Flate nr. Plot no.										Middel (Sum) Mean (Total)
	1	4	13	14	15	22	24	28	520	521	
6—7										— 5,9 (1)	— 5,9 (1)
8—9	— 2,3 (2)								— 0,2 (2)	— 2,9 (2)	— 1,7 (6)
10—11	— 2,3 (20)	+ 2,1 (3)	— 2,0 (10)	+ 1,1 (14)		— 6,5 (4)		— 2,0 (5)	— 0,8 (32)	+ 6,1 (20)	+ 0,1 (108)
12—13	+ 1,7 (10)	— 0,6 (8)	+ 1,1 (6)	— 0,5 (7)	+ 6,6 (5)	— 6,7 (11)		+ 7,7 (4)	— 0,4 (27)	— 0,3 (25)	— 0,3 (103)
14—15	+ 1,9 (5)	— 7,4 (3)	— 1,6 (16)	+ 4,8 (3)	+ 3,4 (11)	— 8,1 (5)	+ 2,5 (7)	+ 1,2 (6)	+ 1,0 (28)	+ 0,8 (20)	+ 0,2 (104)
16—17		— 5,7 (13)	+ 1,5 (4)		+ 2,3 (11)	— 3,9 (5)	— 4,1 (11)	— 1,8 (5)	+ 4,0 (10)	+ 2,3 (9)	— 1,1 (68)
18—19		— 1,5 (11)	— 0,7 (4)		+ 1,2 (7)	— 9,6 (4)	+ 1,4 (13)	— 1,0 (3)	— 2,5 (4)	+ 2,0 (8)	— 0,7 (54)
20—21		— 5,2 (6)			+ 2,7 (3)	— 3,0 (4)	+ 1,0 (3)				— 2,1 (16)
22—23		— 11,7 (1)			— 1,5 (3)		+ 4,4 (3)	— 3,8 (1)		— 2,4 (4)	— 1,6 (12)
24—25					+ 5,2 (2)					+ 2,4 (1)	+ 4,3 (3)
26—27					+ 0,2 (1)						+ 0,2 (1)
28—29					+ 4,4 (1)		+ 8,3 (1)				+ 6,3 (2)
30—31					+ 2,7 (1)						+ 2,7 (1)
Middel Sum Mean (Total)	— 0,2 (37)	— 4,0 (45)	— 0,8 (40)	+ 1,3 (24)	+ 2,4 (45)	— 6,2 (33)	+ 1,0 (38)	— 0,1 (24)	+ 0,5 (103)	+ 1,1 (90)	— 0,4 (479)



feil er  $+ 2,83 \%$ . I gjennomsnitt er det blitt en underkubering på  $- 0,47 \%$ .

Som nevnt foran bruker ILVESSALO bjørketabellen for osp mindre enn 16 m, og det viser seg at denne har gitt mindre godt resultat. Flatene 1, 14, 28 og 520, med kuberingsfeil henholdsvis  $- 2,70$ ,  $- 6,62$   $- 1,01$  og  $- 2,80$ , er alle kubert utelukkende etter bjørketabellen. Det kan således se ut til at det burde være en spesiell ospetabell også for de mindre trærne. Ellers må en vel regne med at ILVESSALO's formangiver er mest effektiv for små trær. På de store trærne blir jo målestedet 6 m liggende lavt i forhold til totalhøyden og kan derfor vanskelig gi noe fullgodt uttrykk for treets form.

Det er i og for seg ikke overraskende at ILVESSALO's tabeller gir godt resultat også for norsk osp. I og med at formfaktoren tas med, blir tabellene straks mer almengjeldende og kan uten større risiko brukes utenfor det område de er utarbeidet for. Det er sannsynlig at den finske tabell i spesielle tilfelle også hos oss vil gi bedre resultat enn den nye norske tabell, f. eks. for bestand eller skoger med ekstra god form.

Skal en slik som ILVESSALO anviser ved kubering av et bestand bruke felles avsmalningsklasse, bør en foreta en del målinger til støtte for valg av klasse. For å få en orientering om hvordan avsmalningen ligger an for norsk osp er avsmalningsklassen regnet ut for alle de trær som er tatt med i tabell 10 (479 trær). Hovedtyngden viste seg å ligge i avsmalningsklasse 3, med en gjennomsnittlig avsmalning på 6,4 mm pr. m fra 1,3 til 6 m. Denne avsmalning kan synes liten, jfr. undersøkelser over avsmalningen på ospetømmer (BØRSET 1952), men det er vel rimelig at avsmalningen er mindre på den nedre delen av ospestammene enn lenger oppe.

En må nok regne med ganske store feil på enkelte diameterklasser ved bruk av felles avsmalningsklasse etter ILVESSALO's tabeller. Det kan en lett forvisse seg om ved å fremstille grafisk de formtallserier som svarer til kubikktallene for en enkelt avsmalningsklasse. Kurvene vil få et helt annet forløp enn de som er gjengitt i fig. 4.

Ved kubering av enkelttrær er det rimelig at ILVESSALO's tabell gir bedre resultat enn en tabell som bare har diameter og høyde som inngang.

## V. Kubering etter formklassemetoden.

Ved produksjonsundersøkelser i ospeskog, både ved Ingeniør F. H. Frølich's Fond og Det norske Skogforsøksvesen, blir vanligvis alle uttatte prøvetrær over en viss dimensjon, som regel 10 cm i brysthøyde, seksjonsmålt. Dette er et nokså tidkrevende arbeid. En ville spare mye tid om en kunne innskrenke seg til å måle brysthøydiameter, høyde og en diameter midt på treet, og kubere f. eks. etter formklassesystemet (JONSON's tabeller).

En prøve på slik kubering er foretatt. På slump er valgt ut 10 flater, med i alt 216 trær, alle seksjonsmålt med 1 m lange seksjoner. Kuberingen er foretatt flatevis, idet materialet innen hver flate er sortert i diameterklasser, og innen disse er det regnet med aritmetisk middel for høyde og formklasse.

Resultatet av sammenligningen går fram av tabell 12. En ser at formklassemetoden har gitt et meget godt resultat. I middel for alle trær er det blitt en overkubering i forhold til seksjonsmålt masse på 0,9 %. Feilprosenten diameterklassèvis varierer fra — 3,3 til + 6,7. Dette viser at en kan kubere temmelig nøyaktig hvis en har anledning til å måle diameteren midt mellom brysthøyde og topp. Det ser ut til at de større trær overkuberes noe ved bruk av formklassemetoden.

I tabell 12 er også tatt med prosentisk feil ved bruk av den nye funksjon, som til og med har gitt litt mindre feil enn formklassemetoden. Men en må ikke herav slutte at den nye funksjon gir bedre resultat enn formklassemetoden i sin alminnelighet. Det her undersøkte materiale hører jo med til det grunnmateriale som den nye funksjon er utregnet etter.

## VI. Beregning av barkmassen..

### 1. Materialet.

Til studium av barken hos osp er det brukt 936 trær, fra de samme flater som nevnt under avsnittet om kuberingen. Når treantallet her er mindre, skyldes det at disse beregninger ble avsluttet på et tidligere tidspunkt, og at det viste seg nødvendig å supplere materialet for kuberingen.

Med hensyn til materialets brukbarhet gjelder det som er sagt under avsnittet kubering. Den geografiske fordeling er stort sett som den tabell 4 og fig. 2 viser.

Tabell 12. Prøve på kubering ved hjelp av formklassen. 10 felter (216 trær) uttatt på slump.  
*Test of the volume computation by the form class method. 10 plots (216 trees) chosen at random.*

Diameter- klasse <i>Diameter class</i>	Tre- antall <i>Number of trees</i>	Gjennomsnitt diameter <i>Average diameter cm</i>	Høyde <i>Height m</i>	Form- klasse <i>Form class</i>	Seksjonsmålt volum m. b. <i>Volume o. b. by sectioning m<sup>3</sup></i>	Feil ved bruk av formklasse, <i>Error by using the form class method %</i>	Feil ved bruk av ny tabell <i>Error by using the new aspens table %</i>
8—9	3	9,3	11,9	0,65	0,123	0	— 0,8
10—11	33	10,7	13,6	0,66	2,049	— 3,3	— 0,5
12—13	43	12,5	15,3	0,68	4,123	— 0,9	— 1,0
14—15	46	14,3	16,4	0,68	6,125	— 0,9	— 0,8
16—17	34	16,3	18,1	0,68	6,304	+ 1,3	+ 0,1
18—19	32	18,4	18,9	0,68	7,883	+ 0,7	— 1,2
20—21	14	20,5	20,6	0,69	4,682	+ 4,1	— 2,6
22—23	6	22,3	19,0	0,68	2,163	+ 1,5	— 1,6
24—25	1	23,7	18,4	0,64	0,376	+ 2,7	+ 2,9
26—27	1	27,0	21,4	0,65	0,578	— 0,3	+ 0,2
28—29	2	28,2	20,8	0,65	1,150	+ 6,6	+ 6,7
30—31	1	31,2	21,7	0,67	0,760	+ 6,7	+ 2,8
Sum <i>Total</i>	216				36,316	+ 0,9	— 0,7

## 2. Dobbel barktykkelse i brysthøyde.

Dobbel barktykkelse i mm i brysthøyde (B) er uttrykt som en lineær funksjon av diameteren i cm med bark i brysthøyde (D) slik:

$$B = 5,44 + 0,5813 D$$

Spredningen om funksjonen er 3,1, dvs. 21,5 %. Feilen på regresjonskoeffisienten ( $s_b$ ) er 0,021, og korrelasjonskoeffisienten ( $r$ ) er 0,674. Barktykkelser etter ovennevnte funksjon er gjengitt i tabell 13, hvor også dobbel barktykkelse i prosent av diameteren er tatt med (barkprosent).

Spredningen om den beregnede utjevningssfunksjon for ospe-barken er relativ stor, slik at en ikke med særlig stor noyaktighet

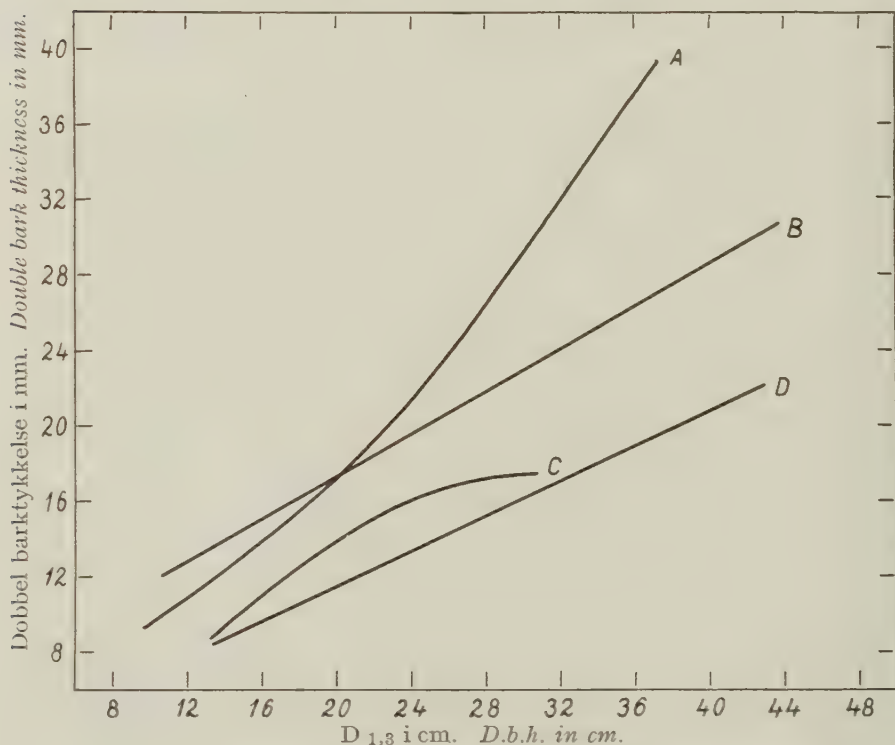


Fig. 6. Sambandet mellom barktykkelse og brysthøydediameter.

*The relation of bark thickness to diameter at breast height.*

A: Finsk osp. *Finnish aspen*. (BLUMENTHAL).

B: Norsk osp. *Norwegian aspen*.

C: Svensk osp. *Swedish aspen*. (EKLUND och WENNMARK).

D: Norsk gran. *Norwegian spruce*. (EIDE og LANGSÆTER).

Tabell 13. Dobbel barktykkelse i brysthøyde, uttrykt i mm og i % av brysthøydiameteren m. b. (barkprosent) samt barkvolumprosent diameterklassevis.

*Double bark thickness at breast height in mm, and in % of D. b. h. o. b. (bark percentages) and bark-volume percentages.*

	D <sub>1,3</sub> m. b. i cm    D. b. h. o. b. in cm														
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
Dobbel barktykkelse ..															
Double bark thickness ..	11,3	12,4	13,6	14,8	15,9	17,1	18,2	19,4	20,6	21,7	22,9	24,1	25,2	26,4	
Barkprosent .....															
Bark percentages .....	11,3	10,3	9,7	9,3	8,8	8,6	8,3	8,1	7,9	7,8	7,6	7,5	7,4	7,3	
Barkvolumprosent ....															
Bark-volume percentages	18,6	17,1	16,2	15,4	14,8	14,4	13,9	13,7	13,5	13,1	13,0	12,8	12,6	12,6	

kan slutte fra diameter til barktykkelse, hvilket er ganske naturlig når en tar i betraktning at osp er et treslag som før eller senere får utpreget skorpebark på nedre del av stammen, og at denne skorpebarkdannelsen ikke helt følger diameterutviklingen.

EKLUND och WENNMARK (1925) og BLUMENTHAL (1942) har publisert erfaringstall for barktykkelsen som funksjon av diameteren for henholdsvis svensk osp (109 trær) og finsk osp (100 trær).

Overensstemmelsene med norsk osp er ikke særlig god (se fig. 6), og det kan neppe være så stor forskjell i virkeligheten på ospebarken i de tre nabolandene.

Den svenske kurve ligger svært lavt. Det kan delvis forklares ved at materialet fra to av de undersøkte flater, hvor trærne var spesielt tykkbarket, ble sjaltet ut da forfatterne mente vekstbetingelsene avvek meget fra det normale bl. a. fordi de var utsatt for sterk vind. Dette kan ha ført med seg at kurven gir for små verdier som middel for svensk osp.

Den finske kurve gir påfallende store barktykkelser for de større diametre, barktykkelsen stiger sterkere enn diametrene, mens kurven for svensk osp viser den motsatte tendens.

Den rette linje for norsk osp inntar en mellomstilling, både hva absolutt høyde og helningsvinkel angår.

På fig. 6 er til sammenligning også lagt inn barkkurve for norsk gran, bonitet C, (EIDE og LANGSÆTER 1941). Som en ser er funksjonen også her lineær og regresjonskoeffisienten avviker ikke meget fra den for norsk osp. Men som rimelig kan være, er ospebarken atskillig tykkere.

JØRGENSEN (1952) har en barkkurve for norsk osp. Den faller meget nær sammen med den funksjon som er omtalt ovenfor og bygger også stort sett på samme materiale.

### 3. Barkvolumsprosenten.

For hvert tre er regnet ut barkvolumprosenten ( $B_p$ ), dvs. barkvolumet uttrykt i prosent av treets volum med bark, og deretter er det foretatt numerisk utjevning av  $B_p$ . Følgende uavhengig variable er prøvd:  $\frac{B}{D}$  dobbel barktykkelse i brysthøyde i mm dividert med brysthøydiameter med bark i cm, H, treets



høyde i meter over stubben og  $D$ , treets brysthøydediameter i cm med bark.

Tabell 14 viser resultatet av de utførte beregninger. Funksjon 4,

Tabell 14. Utjevningssfunksjoner for barkvolumprosent for osp.

*Functions for the bark-volume percentages of aspen.  $B$  = double bark thickness.*

*$D$  = D. b. h. o. b.  $H$  = height.*

Ligning nr. <i>Equa- tion no.</i>	Kon- stant ledd <i>Constant term a</i>	Regresjonskoeffisient med middel- feil for <i>Regression coefficient with standard error for</i>			S	r (R)
		$\frac{B}{D}$	H	D		
1	28,4		$-0,70 \pm 0,03$		3,4	— 0,58
2	24,3			$-0,54 \pm 0,03$	3,4	— 0,55
3	27,9		$-0,47 \pm 0,01$	$-0,24 \pm 0,02$	3,3	0,59
4	1,3	$15,30 \pm 0,32$			2,2	0,85
5	9,2	$13,22 \pm 0,01$	$-0,34 \pm 0,05$		1,9	0,88

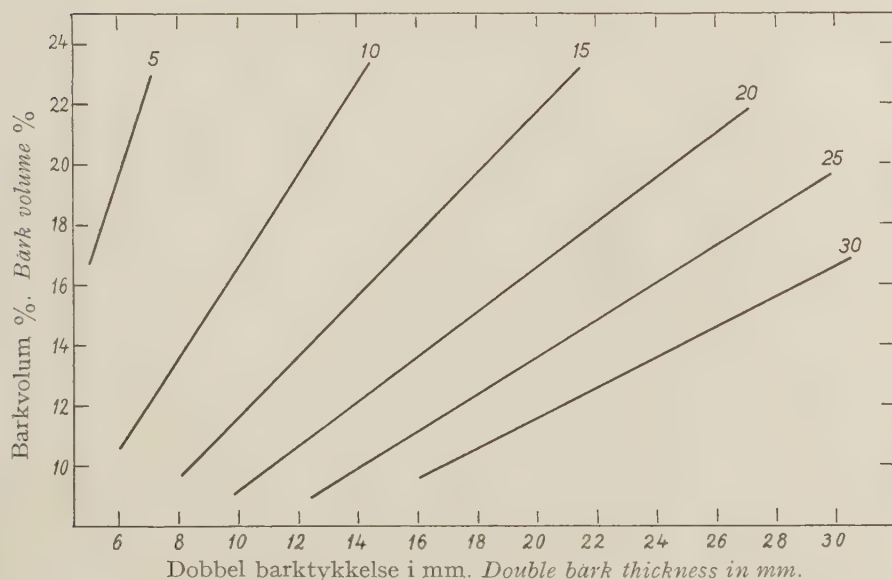


Fig. 7. Barkvolumprosenten hos osp for noen diameterklasser.

*Percentage of bark volume in aspen for some diameter classes.*



D.b.h. o.b. cm																Dubb. bark. tykkelse Double bark thickness mm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
																5
																6
																7
7,2	7,0	6,8	6,6													8
7,9	7,6	7,4	7,2													9
8,6	8,3	8,0	7,8	7,5	7,2	7,0										10
9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,6										11
10,1	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,9									12
10,8	10,4	9,9	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4									13
11,4	11,0	10,5	10,2	9,9	9,5	9,2	9,0	8,7	8,5	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,3	14
12,2	11,7	11,2	10,8	10,5	10,1	9,8	9,5	9,2	9,0	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7	15
13,0	12,4	12,0	11,5	11,1	10,7	10,4	10,1	9,8	9,5	9,2	9,0	8,7	8,5	8,3	8,1	16
13,7	13,1	12,7	12,2	11,7	11,3	10,9	10,6	10,3	10,0	9,7	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	17
14,4	13,8	13,3	12,9	12,3	11,9	11,5	11,1	10,8	10,5	10,2	9,9	9,7	9,4	9,2	9,0	18
15,2	14,5	14,0	13,5	13,0	12,5	12,1	11,7	11,3	11,0	10,7	10,4	10,2	9,9	9,7	9,5	19
15,9	15,2	14,6	14,1	13,6	13,1	12,6	12,2	11,9	11,5	11,2	10,9	10,6	10,3	10,1	9,9	20
16,6	15,9	15,3	14,7	14,2	13,7	13,2	12,8	12,4	12,0	11,7	11,4	11,1	10,8	10,5	10,2	21
17,3	16,6	15,9	15,3	14,8	14,3	13,8	13,3	12,9	12,5	12,2	11,8	11,5	11,2	10,9	10,6	22
18,1	17,3	16,6	16,0	15,4	14,9	14,4	13,9	13,5	13,1	12,7	12,3	12,0	11,7	11,4	11,1	23
18,8	18,0	17,3	16,6	16,0	15,4	14,9	14,4	14,0	13,6	13,2	12,8	12,4	12,1	11,8	11,5	24
19,6	18,7	18,0	17,3	16,6	16,0	15,5	15,0	14,5	14,1	13,7	13,3	12,9	12,5	12,3	12,0	25
20,3	19,4	18,6	17,9	17,2	16,6	16,0	15,5	15,0	14,6	14,1	13,7	13,4	13,0	12,7	12,4	26
21,0	20,1	19,3	18,6	17,8	17,2	16,6	16,1	15,6	15,1	14,6	14,2	13,9	13,5	13,1	12,8	27
21,7	20,8	19,9	19,2	18,4	17,8	17,2	16,6	16,1	15,6	15,1	14,7	14,3	13,9	13,5	13,2	28
22,4	21,5	20,6	19,8	19,1	18,4	17,7	17,1	16,6	16,1	15,6	15,2	14,8	14,3	14,0	13,6	29
23,1	22,2	21,3	20,4	19,7	19,0	18,3	17,7	17,1	16,6	16,1	15,7	15,2	14,8	14,4	14,1	30
23,9	22,9	22,0	21,1	20,3	19,6	18,9	18,3	17,7	17,1	16,6	16,2	15,7	15,3	14,9	14,5	31
24,6	23,6	22,6	21,7	20,9	20,1	19,4	18,8	18,2	17,6	17,1	16,6	16,1	15,7	15,3	14,9	32
25,3	24,3	23,3	22,4	21,5	20,7	20,0	19,4	18,8	18,2	17,6	17,1	16,6	16,2	15,8	15,4	33
26,1	25,0	23,9	23,0	22,1	21,3	20,6	19,9	19,3	18,7	18,1	17,5	17,0	16,6	16,2	15,8	34
					21,9	21,2	20,5	19,8	19,2	18,6	18,0	17,5	17,0	16,6	16,2	35
					22,4	21,7	21,0	20,3	19,7	19,1	18,5	18,0	17,5	17,0	16,6	36
										19,6	19,0	18,5	17,5	17,0	17,0	37
										20,1	19,5	18,9	18,4	17,9	17,5	38

$$B_p = 1,312 + 15,301 \frac{B}{D}$$

gir en god utjevning.

Spredningen om funksjonen er 2,19, dvs. 13,7 %, og korrelasjonskoeffisienten 0,846.

Tabell 15 og fig. 7 gir barkvolumprosenten etter denne funksjon.

Som tabell 14 viser får en noe høyere korrelasjon ved å føre høyden inn i funksjonen (funksjon nr. 5), men forskjellen er så liten at den er uten praktisk betydning.

En har ofte bruk for å finne barkvolumprosenten diameterklassevis, uten at det er målt barktykkelser. Fig. 8 gir disse prosent, utregnet på grunnlag av diameterklassevis utjevnet barktykkelse.

BRANTSEG (1951) har lignende barkvolumprosentkurver bonitetsvis for gran på Vestlandet, men selv på laveste bonitet ligger barkvolumprosenten for gran betydelig under ospas.

EIDE (1923 a, 1923 b) har satt opp barkvolumprosenttabeller

Tabell 16. Prøve på den foretatte utjevning av barkvolumprosenten.

*Test of the function concerning the bark volume percentage.*

Felt nr. <i>Plot no.</i>	Tre- antall <i>Number of trees</i>	Volum m/b m <sup>3</sup> <i>Volume o. b. cu.m.</i>	Barkvolum <i>Bark volume</i>		Feil etter funksjon 4 <i>Error acc. to equation 4 %</i>
			Ved sek- sjonsmåling <i>By sec- tioning %</i>	Etter funksjon 4 <i>Acc. to equation 4 %</i>	
1	37	2,624	15,6	13,6	—12,4
4	45	10,096	16,7	16,5	— 1,0
13	40	5,085	19,0	18,4	— 3,4
14	24	1,845	21,6	20,1	— 7,1
15	45	10,390	14,4	15,2	+ 5,4
22	33	5,773	13,4	14,7	+ 9,1
24	39	8,964	13,7	13,6	— 0,6
28	24	3,172	14,9	15,2	+ 1,7
520	37	3,911	20,0	17,8	—10,8
521	34	5,065	16,0	16,0	— 5,4
Sum <i>Total</i>	358	56,925	15,9	15,7	— 1,2

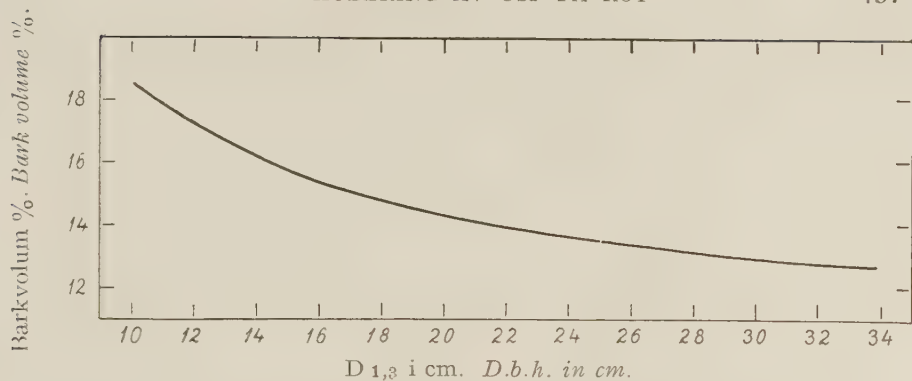


Fig. 8. Sambandet mellom brysthøydediameter og barkvolumprosent.  
*The relation of bark volume percentage to diameter at breast height.*

for furu og gran. På fig. 9 er for sammenligning tegnet inn EIDE's kurver sammen med de her utregnede kurver for osp. Her er barkvolumprosenten uttrykt som funksjon av diameter og barktykkelse. Naturlig nok ligger da grankurvene over ospekurvene,

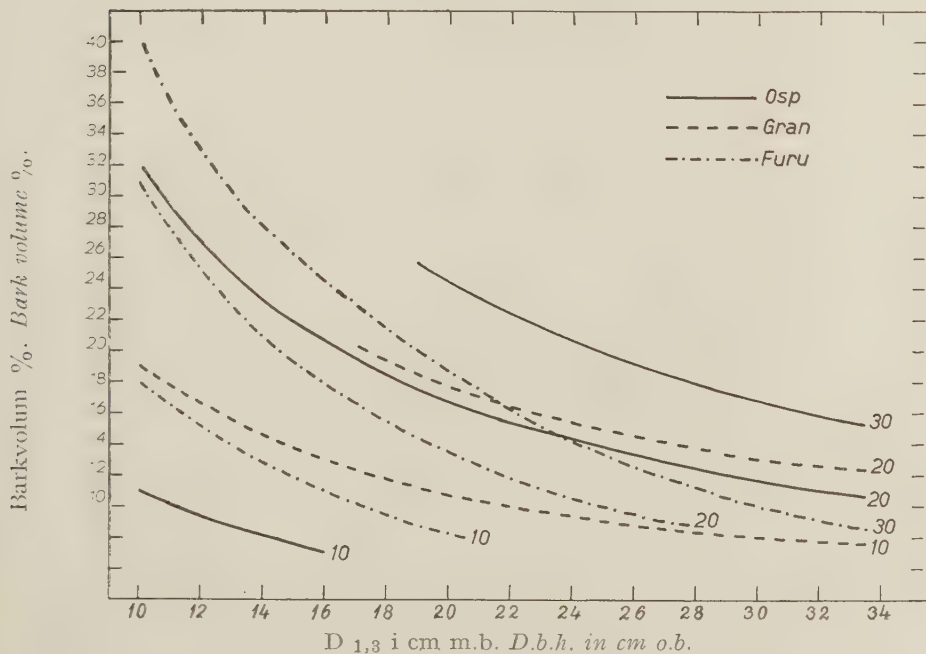


Fig. 9. Barkvolumprosentens variasjon for ulike barktykkelser hos osp, gran og furu.

*The variation of bark volume percentage for different bark thicknesses in aspen (osp), spruce (gran) and pine (furu).*

gran har nemlig en mer jevntykk bark oppover stammen enn osp. For litt større dimensjoner (20 cm) ligger furu under osp, men for mindre dimensjoner er det omvendt.

#### 4. Prøving av den foretatte utjevning.

Tabell 16 viser en foretatt prøve på barkberegning etter funksjon 4 sammenlignet med barkmasse funnet ved seksjonsmålingen. De 10 felter er valgt ut på slump. I gjennomsnitt for alle feltene har funksjonen gitt en feil på  $-1,2\%$ . Spredningen på feltene er fra  $-12,4\%$  til  $+9,1\%$ .

Noen systematisk variasjon i barkvolumprosentene med diameterklassene synes det ikke å være, se tabell 17.

Tabell 17. Prosentisk feil på barkmassen etter funksjon 4 for de undersøkte flater, diameterklassevis. Treantall (brukt som vekter) i parentes.

*Error (in %) on bark volume according to equation 4 for the plots investigated. Number of trees (used as weights) in parenthesis.*

Dia- meter	Felt nr. Plot no.										Middel Mean
	1	4	13	14	15	22	24	28	520	521	
8—9	—22,8 (2)								—13,0 (2)		—17,9 (4)
10—11	—15,3 (20)	—11,8 (3)	—2,7 (10)	—9,1 (15)		+10,4 (4)		+5,7 (5)	—16,7 (10)	—13,3 (3)	—9,2 (70)
12—13	—8,6 (10)	—10,6 (8)	—3,6 (6)	—4,6 (6)	+5,2 (5)	+7,6 (11)		0,0 (4)	—12,4 (8)	—9,1 (12)	—4,6 (70)
14—15	—8,6 (5)	—5,5 (3)	—3,6 (16)	—5,2 (3)	+4,8 (11)	+2,7 (5)	+2,7 (8)	0,0 (6)	—11,8 (9)	—2,6 (8)	—2,3 (74)
16—17		—4,4 (13)	—3,9 (4)		+8,5 (11)	+14,8 (5)	+9,7 (11)	+4,8 (5)	—4,1 (6)	—4,4 (3)	—3,2 (58)
18—19		+1,4 (11)	—2,7 (4)		+3,1 (7)	+7,4 (13)	—4,8 (13)	+0,7 (3)	—8,4 (2)	—3,5 (4)	—0,9 (47)
20—21		+5,4 (6)			+11,7 (3)	+11,1 (3)	+2,2 (3)				+7,6 (17)
22—23		+14,3 (1)			—1,5 (3)		—2,4 (3)	—3,5 (1)		—7,5 (3)	—2,1 (11)
24—25					+8,2 (2)					+6,3 (1)	+7,6 (3)
26—27					+16,2 (1)						+16,2 (1)
28—29					—3,5 (1)		—20,4 (1)				—12,6 (2)
30—31					+3,0 (1)						+3,0 (1)



### Sammendrag.

På grunnlag av prøvemateriale innsamlet av Ingeniør F. H. Frølich's Fond og Det norske Skogforsøksvesen, legges fram en kuberingstabell for osp i Sør-Norge. Tabellen gir kubikkinnholdet med bark, og en finner masse uten bark ved hjelp av en spesiell barkprosenttabell.

Litteraturen om form og volum hos osp er sparsom. I Sverige har SCHOTTE (1917), EKLUND och WENNMARK (1925) og PETRINI (1944) foretatt en del undersøkelser, se tabellene 1—3. Den eneste foreliggende kuberingstabell for osp i Norden er utgitt av ILVESSALO (1947). Den gir kubikkinnholdet når en kjenner høyde, brysthøydediameter og avsmalning på nedre del av stammen. Den siste defineres som forskjellen mellom diameteren i brysthøyde og 6 m oppe på stammen.

Videre foreligger det to russiske kuberingstabeller for osp, nemlig en oppsatt av TJURIN, en annen av KRÜDENER—ORLOV. Begge tabeller har brysthøydediameter og høyde som inngang. Fig. 10 viser hvordan formtallene varierer etter de to russiske tabeller.

For den amerikanske osp — *Populus tremuloides* — foreligger det også to kuberingstabeller. Disse gir imidlertid kubikkinnholdet uten bark med inngang diameter med bark, derfor blir de formtall som svarer til tabellene såvidt lave, se fig 1.

Den nye norske tabell, se tabell 7, grunner seg på seksjonsmåling av i alt 1 262 trær fra produksjonsflater fordelt over det sydlige Norge slik som tabell 4 og fig. 2 viser. Prøvetrærnes fordeling på diameter- og høydeklasser ses av tabell 8. Det går fram av tabell 5 at formtallsvariasjonen hos osp er svært liten, betydelig mindre enn den en f. eks. finner hos gran og bjørk.

Det ble først forsøkt med numerisk utjevning av brysthøydeformtallet. Utjevningssfunksjonene ble valgt med støtte i tidligere arbeider for andre treslag, bl. a. EIDE's for gran. Sammenhengen mellom formtall og diameter og høyde er svak. Forsøksmessig ble også kroneforholdet, som uttrykk for treets form trukket inn i beregningene, men uten at noe større ble oppnådd ved det. Fig. 3 viser noen av de beste utjevningssfunksjoner for formtallet.

Den svake sammenheng mellom formtall på den ene side og høyde og diameter på den annen, førte naturlig tanken hen på en direkte utjevning av volumet med de to lett målbare størrelser,

diameter i brysthøyde og høyde som uavhengig variable. Materialet ble delt i to grupper, trær til og med 12—13 cm i brysthøyde og større trær. Faktoren  $D^2H$ , som er helt avgjørende for treets volum, ble regnet ut for alle trær, og volumet ble uttrykt som en lineær funksjon med nevnte faktor som uavhengig variabel. Funksjonene for volumet (uttrykt i  $\text{dm}^3$ ) ble:

Små trær  $V = 0,0398 D^2H - 0,21$ .

Store trær  $V = 0,0365 D^2H + 9,69$ .

De tilsvarende korrelasjonskoeffisienter ble henholdsvis 0,976 og 0,988.

Fig. 4 viser hvordan formtallene varierer etter utjevningsfunksjonen for de store trærne. Denne variasjon faller godt sammen med TJURIN's for osp i Russland. TJURIN's tall ligger litt høyere.

Resultatet av denne direkte volumutjevning er brukt ved utregning av kuberingstabellen, tabell 7. Denne gir treets volum med bark når en kjenner diameter i brysthøyde med bark og høyde over stubben.

Tabell 8 viser hvordan den nye ospetabell har kubert grunnmaterialet, diameter- og høydeklassevis. Feilene er i de aller fleste tilfelle små. For å få en prøve på hvordan tabellen kuberer særlig store trær er i tabell 9 tatt med resultatet av en prøvekubering på estnisk osp av meget store dimensjoner. Også disse blir kubert påfallende nøyaktig etter den nye tabellen.

Endelig er som prøve på tabellens brukbarhet tatt ut på slump 10 av de produksjonsflater som inngår i grunnmaterialet, tabell 10. Her er også kuberingen foretatt etter de foran nevnte funksjoner for formtallet, ILVESSALO's finske ospetabell, EIDE's gran-tabell og RUDEN's bjørketabell. En ser at en kan få ganske store feil ved å bruke gran- eller bjørketabellen ved kubering av osp. Den nye ospetabell har gitt den minste feil, men også formtallsfunksjonene har gitt gode resultater. Tabell 11 viser hvordan de enkelte diameterklasser kuberes på de samme 10 flater.

ILVESSALO's finske tabell ser ut til å gi gode resultater også for norsk osp, spesielt kan en regne med at den for enkelttrær gir kubikkmassen nøyaktigere enn den nye norske tabell. Den krever imidlertid måling av diameteren på 6 m, slik at både målings- og beregningsarbeidet blir mer besværlig.

Da formtallet hos osp i det hele viser liten variasjon, og sammenhengen mellom formtall, brysthøydiameter og høyde er

såvidt svak, kan en for praktisk bruk med fordel kubere med konstant formtall. Det aritmetiske middel for formtallene på de undersøkte trær er 0,499 eller avrundet 0,5.

En prøve på kubering av felt osp etter formklassemetoden har gitt bra resultat, se tabell 12. Rigtignok har den nye funksjon for de samme trær gitt en litt mindre feil, men det kan en ikke regne som generelt, da prøvetrærne inngår i grunnmaterialet for den nye tabellen.

Barktykkelsen i brysthøyde er uttrykt som en lineær funksjon av diameteren med bark i brysthøyde slik:

$$B = 5,44 + 0,5813 D.$$

Barktykkelsen etter denne funksjon er i fig. 6 sammenlignet med offentliggjorte tall fra våre naboland.

Barkvolumprosenten er beregnet etter følgende funksjon:

$$B_p = 1,312 + 15,301 \frac{B}{D}$$

hvor B er dobbel bark i brysthøyde, D er brysthøydiameteren med bark i cm. Tabell 15 gir barkvolumprosentene etter ovennevnte funksjon. En prøve på den foretatte utjevning av barkvolumprosenten har en i tabell 16. Tabell 17 viser feilen på hele grunnmaterialet.

### Volume computation of standing aspen.

In the following a volume computation is given regarding aspen (*Populus tremula*) in South Norway, based on a material of sample trees gathered by the Frølich Foundation and the Norwegian Forest Research Institute. The table indicates the volume over bark, while the volume under bark may be found by using a separate bark percentage table.

#### Previous investigations concerning the form and volume of aspen.

No previous investigations have been made in Norway regarding the form and volume of aspen, but there are some available from our neighbouring countries. Thus SCHOTTE (1917) and PETRINI (1944) have given stand form factors for some Swedish sample plots of aspen, see Tables 1 and 2. Investigations regarding

the form of Swedish aspen have also been undertaken by EKLUND och WENMARK (1925), see Table 3 which shows that the form factors decrease with increasing age. The form class, on the other hand, shows a tendency in the opposite direction. In Finland, ILVESSALO (1947) has prepared special volume tables for aspen produced on the assumption that the diameter at breast height, the height, and the taper are known. The latter is defined as the difference between the breasthigh diameter and the diameter of the bole 6 m above the ground.

VINCENT KORSUN and ZAVADIL (1950) mention two Russian volume tables for aspen. The one has been worked out by TJURIN on the basis of 478 trees measured. The other has been set up by KRÜDENER and ORLOV who measured all of 6 500 boles. Fig. 1 shows the manner in which the form factors of these two tables vary with diameter and height. TJURIN's table gives about 14 % larger volume than the KRÜDENER—ORLOV table. TJURIN's table shows only little variation in the form factors. There is, however, a trend toward a slight drop in the form factor for increasing height at constant diameter, and also toward a slight drop in the form factor for increasing diameter at constant height. The KRÜDENER—ORLOV table also shows decreasing form factors with increasing diameter, whereas the height has no bearing on the form factor as long as the diameter is constant.

In America two tables have been issued for American aspen, *Populus tremuloides*, which is very similar to the European aspen. BAKER (1925) has measured 1 573 trees in Utah, KITTREDGE and GEVORKIANTZ (1929) 584 trees in Minnesota. Fig. 1 also shows the variation of the form factors according to these tables. When the form factors are as low as indicated in this figure, it is due to the fact that the tables give the volume under bark for a given diameter over bark.

#### **Preparation of a volume table for Norwegian aspen.**

The material for the new tables comes from South Norway, see Table 4 and Fig. 2. Altogether 1 262 trees were measured, out of which one-half were measured with 1-m long sections, and the remainder with 2-m long sections. The great majority of the trees were taken out in thinnings of sample plots. Never-



theless, they must be considered as rather representative of the aspen which is today brought on the market in Norway. Table 8 shows the distribution of the sample trees upon the various diameter and height classes, and Table 5 contains some statistical data. Compared with, for example, Norway spruce and birch the aspen shows slight variation in the form factor at breast height.

As aspen is mostly marketed unbarked in Norway, all the calculations apply to the volume over bark.

First an attempt was made to perform a numerical smoothing of the breast height form factor, based on the total volume of the stem. Breast-high diameter and height, which are the measurements generally taken for volume computations of standing timber in Norway, were chosen as independent variables. However, the connection found between these magnitudes and the form factor appeared to be weak. Table 6 gives the results of the calculations which were made. The smoothing functions were chosen on the basis of experience from other kinds of trees. The three most suitable functions are presented graphically in Fig. 3. The following function gave the best smoothing:

$$F = 0.54 - 0.0017 D - 0.0184 \frac{D}{H}$$

This function gives a correlation coefficient of 0,334.

Since, on the whole, the form factor for aspen shows only slight variation and the relation between form factor, diameter, and height is fairly weak, constant form factors may be used for practical purposes with no great errors thereby being involved. The arithmetic mean for the form factors investigated is 0,499 which might be rounded off to 0,5 for the sake of convenience.

When the form factor showed such slight systematic variation, it seemed natural to try a direct smoothing of the volume of the sample trees. According to the formula

$$V = F \frac{\pi}{4} D^2 H$$

the factor  $D^2H$  was computed for all trees. A graphic representation showed a highly linear relationship between this factor and the volume. However, by treating all trees together it appeared that the small trees were suppressed by the large ones. For this reason the material was divided into small trees (up to 13 cm at breast height) and large trees (over 13 cm).

The calculation led to the following smoothing functions:

*Small trees (514 trees)*  $V = 0,0398 D^2H - 0,21$ .

Correlation coefficient: 0.976. Standard deviation of the function is 7.7 %.

*Large trees (748 trees)*  $V = 0,0365 D^2H + 9,69$ .

Correlation coefficient: 0.988. Standard deviation of the function is 9.5 %.

The functions give the volume i dm<sup>3</sup> when the diameter entered is in cm and the height in m.

Fig. 4 shows the variation of the form factor according to the function for large trees.

The result of this direct smoothing of the volume is given in Table 7 which gives the volume of aspen over bark when the breast-high diameter over bark and the height above the stump are known. Where the two functions meet, for large and small trees, respectively, a small adjustment has been made.

Fig 5 shows the manner in which the volume varies with the height for a given diameter according to the new table.

The new table has been tested in various ways. Table 8 shows the volume computations of the basic material according to the new table, as compared with the sectioning. The percentages of error are in most cases very low. The sectioning refers to measurements made of single trees while mean figures for diameter and height by classes were used in the volume computations according to the table. A slight error arises owing to the arithmetic mean being used for the diameter.

Table 9 shows the manner of volume computations given by the new table as applied to Estonian giant dimensions, tried on a material published by MATHIESEN (1949). Even the volumes of these large single trees have been computed with an astonishing degree of accuracy.

A third test of the usability of the table is given in Table 10. In this case ten of the sample plots providing material for the table, were chosen at random. Besides the new table it contains the results of the volume computations based on the most suitable form-factor functions (sp. Table 6), EIDE's Norwegian table for spruce, RUDEN's Norwegian table for birch, and ILVESSALO's table for Finnish aspen. This computation shows that considerable errors may be expected by using tables for spruce and birch. The



best results have been obtained by the new table, but the form-factor functions also seem rather favorable. The error of volume computation by means of the new table in the various diameter classes is given in Table 11. It is not surprising that ILVESSALO's table has produced such good results. Because the taper class is included, the tables acquire a more universal validity, and without much risk they may be used outside the area for which they have been prepared. It is probable that in special cases the Finnish table will provide better results in Norway also than the new Norwegian table, for instance in the case of stands or forests with extremely good form. When using ILVESSALO's table, the taper class should preferably be determined for each diameter class, but it is also possible to choose a joint taper class for the trees or stands for which volume computations are to be made.

When computing the volume of felled trees, for instance on sample plots, the question might come up of computing the volume according to the form-class method by measuring the diameter halfway between breast height and top. An example of this kind of volume computation is included in Table 12. The error is slight. It is true that the error was even less when using the new aspen table, but this cannot be counted on as being always so, since the material examined belongs to the basic material upon which the computation underlying the new table is founded.

#### Calculating the volume of bark.

For calculating the volume of bark, 936 trees were used from the same plots as mentioned already. See Table 4 and Fig. 2.

Double thickness of bark at breast height (B) in mm is expressed as a linear function of the diameter at breast height over bark (D) in cm in the following manner:

$$B = 5.44 + 0.5813 D.$$

The standard deviation of this function is 21.5 % and the coefficient of correlation is 0.674. The thicknesses of bark according to this function are rendered in Table 13. Fig. 6 shows a comparison between the thickness of bark according to the above function and empirical figures from Sweden (EKLUND och WENMARK, 1925) and Finland (BLUMENTHAL, 1942). The thickness of bark for Norway spruce (EIDE og LANGSÆTER, 1941) has also been entered.

For each tree the percentage of the bark volume ( $B_p$ ) is computed i. e. the volume of the bark expressed as percentage of the tree volume over bark. By the smoothing which has been made, the following independent variables have been tested:  $\frac{B}{D}$  which is double bark thickness at breast height in mm divided by the breast-high diameter over bark in cm;  $H$  which is the height of the tree in m above the stump; and  $D$  which is the breast-high diameter over bark in cm. The results of the calculations are given in Table 14. Function 4

$$B_p = 1.312 + 15.301 \frac{B}{D}$$

provides a good smoothing. The standard deviation of the function is 13.7 % and the coefficient of correlation is 0.846. Table 15 and Fig. 7 give the percentage of the bark volume according to this function.

It may often be useful to know the percentage of bark volume by diameter classes without measuring the bark thickness. Such percentages may be read from Fig. 8 which has been worked out on the basis of the above-mentioned smoothing of the bark thickness.

In Fig. 9 the bark-volume percentages for aspen are being compared with the corresponding percentages for Norway spruce and Scots pine in Norway. (EIDE, 1923 a and 1923 b).

Table 16 shows the error involved when using the function concerning the bark-volume percentage for ten plots chosen at random, as compared with the bark volume obtained by sectioning. Table 17 shows the error by diameter classes for the same plots.

#### Litteratur.

- BAKER, F. S. 1925. Aspen in the Central Rocky Mountain Region. U. S. Dept. of Agr. Dep. Bull. No. 1291.
- BAUGER, E. 1951. Kubikktabeller for stående furuskog på Vestlandet. Medd. fra Vestlandets Forstlige Forsøksstation. Nr. 29.
- BLUMENTHAL, B.-E. 1942. Studier angående aspens förekomst och egen-skaper i Finland. Silva Fennica. N:o 56.
- BRANTSEG, A. 1951. Kubikk- og produksjonsundersøkelser i vestnorske granplantninger. Medd. fra Vestlandets Forstlige Forsøksstation. Nr. 28.

- BØRSET, O. 1952. Undersøkelser over ospetømmer. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 39.
- EIDE, E. 1923 a. Om kubering av stående skog. I. Furuskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. H. 3.
- 1923 b. Om kubering av stående skog. II. Granskog. Ibid. H. 4.
- 1927. Kubering av stående skog. IV. Granens form innenfor bark. Ibid. H. 9.
- EIDE, E. og LANGSÆTER 'A. 1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Ibid. Nr. 26.
- EKLUND, S. och WENMARK, G. 1925. Några undersökningar av aspskog. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift.
- HILDÉN, N. A. 1926. Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla (Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln). Acta Forestalia Fennica 32.
- ILVESSALO, Y. 1947. Pystypuiden kuutioimistalukot (Volume tables for standing trees). Communicationes Institute Forestalis Fenniae. 34.4.
- JONSON, T. 1910. Taxatoriska undersökningar om skogsträdens form. I. Granens stamform. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift.
- JØRGENSEN, F. 1952. Friskoblingsberegning for fyrstikvirke af asp. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 40.
- KITTREDGE, J. and GEVORKIANTZ, S. R. 1929. Forest Possibilities of Aspen Lands in the Lake States. Technical Bulletin 60. University of Minnesota.
- MATHIESEN, A. 1949. Aspen Stands, Their Growth and Yield in the Experimental Forest of the University of Tartu. Societas Litterarum Estonica in Svecia. Stockholm.
- NILSEN, J. og SLEPPEN, J. 1940. Prøveskur. Materialutbytte av furu. Medd. fra Vestlandets Forstlige Forsøksstation. Nr. 24.
- NÄSLUND, M. 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. Medd. från Statens Skogs-försöksanstalt. H. 32.
- 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. Ibid. B. 36.
- PETRINI, S. 1944. Tre försöksytor i aspskog. Medd. från Statens Skogs-försöksanstalt. H. 34.
- RUDÉN, T. 1944. Kubering av björk på rot. Medd. fra Det norske Skog-forsøksvesen. Nr. 30.
- SCHIFFEL, A. 1899. Form und Inhalt der Fichte. Mitt. a. d. forstlichen Versuchswesen Österreichs. H. XXIV.
- SCHOTTE, G. 1917. Om aspens produktionsförmåga. Förelöpande meddelande från sju försöksytor. Medd. från Statens Skogs-försöksanstalt. H. 13—14.
- SCHUMACHER, F. X. and HALL, F. D. S. 1933. Logarithmic expression of timber-tree volume. Journal of Agricultural Research. Vol. 47, No. 9.
- VINCENT, G., KORSUN, F. a ZAVADIL, Z. 1950. Porostní a hmotové tabulky pro topoly. Lesnická Práce. Ročník 29, číslo 5—6.









TOLLEF RUDEN

Om valbjørk og endel  
andre unormale veddannelser  
hos bjørk

*On speckled birch („mazer-birch“) and some  
other forms of curled birch*



## Innhold

	Side
Forord .....	455
Valbjørkvarietetens nomenklatur .....	457
Utvendige kjennetegn .....	460
Arvelighet .....	462
Utbredelse .....	467
Dyrking av valbjørk .....	468
Bjørkebark, forskjellige unormale vedstrukturer og sårheling: .....	469
1. Barken hos bjørk .....	469
2. Vanlig flammeved hos låglandsbjørk .....	472
3. Rikuler .....	477
4. Koter .....	478
5. Bjørkevedflua .....	479
6. Vanlig sårved hos bjørk .....	481
Nærmere beskrivelse av valbjørkvedens anatomi og vekstmåte ....	483
Anvendelse .....	498
Betydning .....	499
Sammendrag .....	500
<i>On speckled birch («mazer-birch») and some other forms of curled birch ....</i>	501
Karakteristikk for <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. f. <i>maserica</i> N. f. ....	504
Litteratur .....	504



## Forord.

Formålet med dette arbeide er først og fremst å gjøre valbjørk kjent blant våre skogeiere, møbelfabrikanter og andre interesserte. Dermed håper jeg å kunne bidra til at de forekomster som det ennå finnes rester av hist og her i vårt land, blir tatt vare på og nyttet slik den sjeldne og vakre vedsorten har krav på. Dessuten var det meningen å vekke interesse for dyrking av valbjørk. Dette arbeidet er derfor også mere lagt an som et opplysningsskrift enn en vitenskapelig utredning.

Jeg benytter herved anledningen til å takke alle dem som har bidratt til mitt arbeide på forskjellige måter. Blant alle disse vil jeg særskilt få nevne gårdbruker ERLING BJERKNES, professor ERLING EIDE, gårdbruker og møbelsnekker GREGORIUS GRAVLI, landbruks-skolebesyrer J. B. HELDAL, skogbrukslærer FREDRIK MARSTRANDER, gårdbruker HANS MORBERG, professor ELIAS MORK, skoginspektør W. OPSAHL, statsentomolog T. H. SCHØYEN og podemester PER ØIEN. Den latinske oversettelse av karakteristikken er utført av lektor BJØRN BRAATEN.





### Valbjørkvarietetens nomenklatur.

Navnet valbjørk er i Norge kjent over hele Østlandet og Sørlandet og knyttet til den spesielle varietet av bjørk som utmerker seg ved spesielt formede brune tegninger i veden. Vedsorten er i disse strøkene av landet kjent og verdsatt fra gammelt av under dette navnet og brukt både til møbler og annet husbehovsvirke. Våre bygdemuseer, spesielt Maihaugen i Lillehammer, kan vise mange hundre år gamle gjenstander laget av valbjørk. Enkelte steder har vedsorten tatt navn etter stedene der den var mest alminnelig. I nedre Gudbrandsdal heter den f. eks.: «Ringebubjørk». Av de utenlandske navn er det russiske laget på samme måten. Valbjørk kalles i Russland «karelsk bjørk» (karelskaja bereza). I de skandinaviske land utenom Norge er denne bjørkevedsorten best kjent under navnet masurbjørk. I Sverige kaltes ofte tidligere all *B. verrucosa* for masurbjørk. Da de her dessuten har knyttet navnet «masur» til andre former for flammet bjørk, kalles valbjørk i Sverige oftest «brunmasurbjørk». I følge SCHÜBELER i «Norges Væxtrige» har også navnet masur gammel hevd i norsk språk idet f. eks. sagaene nevner en kostbar «mössurbolle» som etter beskrivelsen må ha vært laget av valbjørk. Finnland har i lengre tid drevet eksport av valbjørk og er også kommet godt i gang med dyrkning av denne bjørkevarietet. Her er tresorten foruten som «masurbjørk» også kjent under navnet visabjørk, dannet av det rent finske ordet visakoivu. På tysk kjennes begrepet under navnet Maser-Birke. På engelsk har treslaget blitt kalt speckled birch, men har ellers sammen med annen flammet bjørkeved blitt omtalt under fellesbetegnelsen «curled birch».

Etter egne undersøkelser av over hundre valbjørker og valbjørkgjenstander fra de forskjellige kanter av Sør-Norge er kjennetegnene på ekte valbjørk helt ensartede og utvetydige. De skiller seg skarpt fra alle andre former av flammet eller brunfarget bjørkeved. Det samme kan en slutte av både finske, svenske og

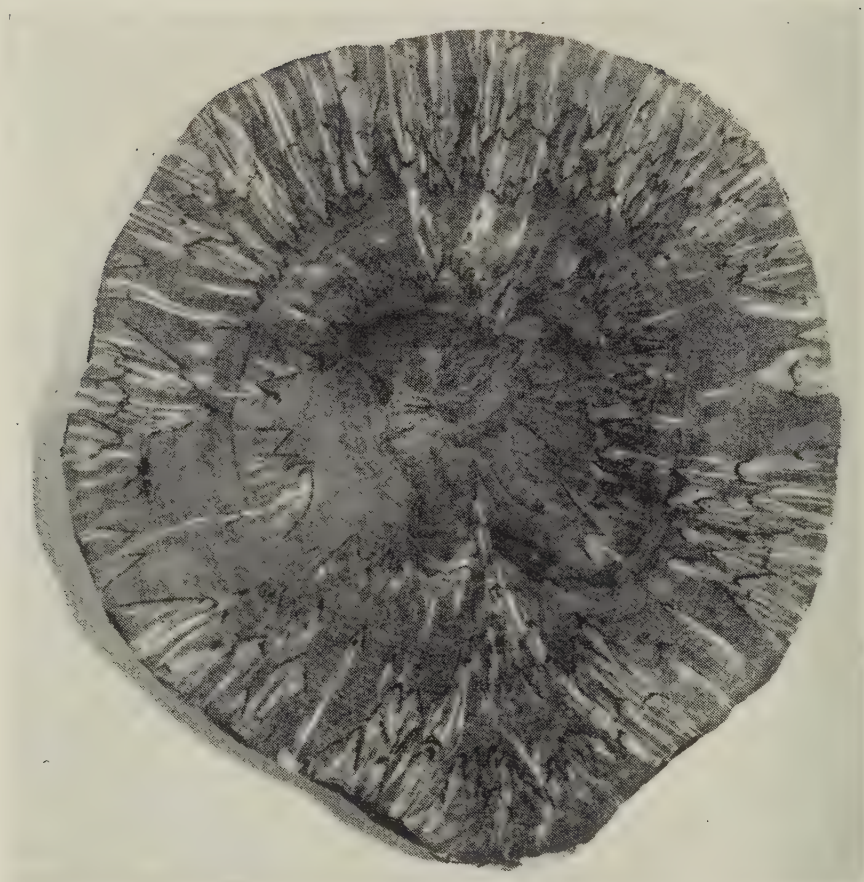


Fig. 1. Tverrsnitt av en eldre valbjørkstamme 24 cm i diameter. En ser at masurdannelsen er sterkest langs bestemte årringer. Disse faller sammen med sterk vekst for hele treet.

*Fig. 1. Cross section of trunk of speckled birch 24 cm.s in diameter. One may see from the section that the mazer-formation is most evident along certain annual rings where the growth is largest.*

Fot. B. Mauritz.

danske beskrivelser. Egenskapen nedarves gjennom frø og er ikke med sikkerhet kjent hos andre bjørkearter enn *B. verrucosa*. Det skulle derfor være rimelig at varieteten fikk sitt eget botaniske navn. Da jeg hittil ikke har sett angitt noe slikt, turde jeg foreslå betegnelsen: *Betula verrucosa* f. *maserica*. N. f. Varieteten er kjennetegnet gjennom sin spesielle vedstruktur (se fig. 1—4) med mørke tegninger som består av kallusvev og som i tverrsnitt av

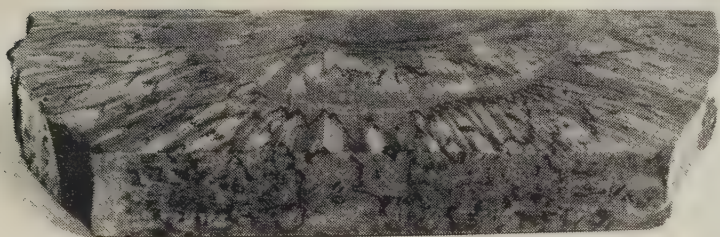


Fig. 2. Foto som viser både tverrsnitt og tangentialsnitt av masurtegninger.

*Fig. 2. Photo showing as well cross-section as tangential section of mazer-figures.*

Fot. B. Mauritz.

eldre stammer danner en V-form med spissen pekende inn mot margin. (Se ellers karakteristikker bakerst).

Mens vi på norsk bør kalle denne varieteten valbjørk, kan vi av hensiktsmessighetsgrunner gjerne kalle den typiske veddannelsen med de eiendommelige brune tegningene for «masurdannelse.» Deler av en valbjørkstamme kan nemlig mangle disse tegningene og den typiske veddannelsen. Det ville da være språklig uheldig å måtte snakke om deler av valbjørkstammer uten valbjørkveddannelser.

I strøk av vårt land der ekte valbjørk ikke finnes, eller er for sjelden til å være alment kjent, er navnet valbjørk blitt overført også til andre former for flammet bjørk. Dette er bl. a. tilfelle i Trøndelag (MØRKVED 1942). Også i den botaniske litteraturen

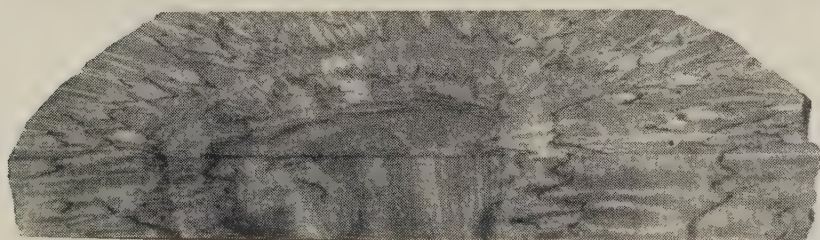


Fig. 3. Foto som viser masurtegninger i tverrsnitt og radialsnitt

*Fig. 3. Photo showing mazer figures in cross-section and radial section.*

Fot. B. Mauritz.



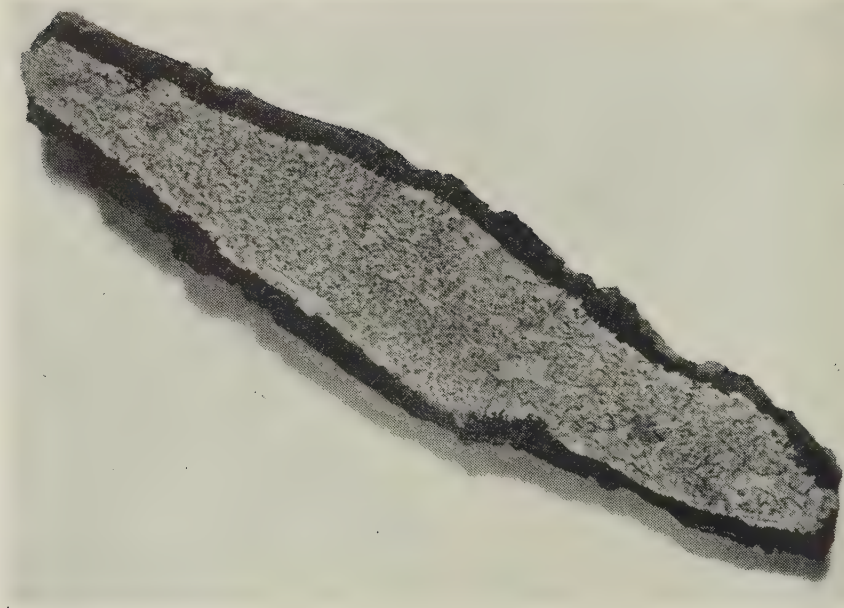


Fig. 4. Tangentialsnitt av valbjørkved med bark.

*Fig. 4. Approximate tangential section of speckled birch wood with bark.*

Fot. B. Mauritz.

kan en finne eksempler på at beskrivelser av valbjørkved er blannet sammen med andre former for flammert bjørk, rikuler, bjørkkoter samt andre uregelmessigheter i veden hos bjørk og andre lauvtrær. Tidligere er ekte valbjørk beskrevet i følgende publikasjoner: HINTIKKA 1926, MUHLE LARSEN 1940, SAARNIJOKI 1944, LINDQUIST 1946, ARNBORG, JOHNSSON 1951 a og b samt HEIKINHEIMO 1952.

### Utvendige kjennetegn.

Selve treet er mindre vekstkraftig enn normal *B. verrucosa*. Den har ofte krokete, kort stamme med sterk forgrening. (Se fig. 5 og 6). Utenpå barken kan en alltid, sålenge barken ikke er sprukket opp, etter nøyer undersøkelse merke masurdannelsen som små valker i barken. Disse valkene er langstrakte i tre-stammens retning og av størrelsesorden ca. 1 cm. Oftest har dessuten stammen tydelige utbulinger med halsformede innsnør-

inger mellom. (Se fig. 5—9). Disse utbulingene kan helt mangle. Det kan da være vanskelig i farten å avgjøre om en stående bjørk virkelig er en valbjørk. Under blinking av et valbjørkbestand ved Gunhildrud i Fiskum, kom jeg av denne grunn i skade for å blinke en av de fineste valbjørkene. Den hadde helt jamn vakker masurdannelse gjennom hele stammen og ingen andre ytre kjenne-

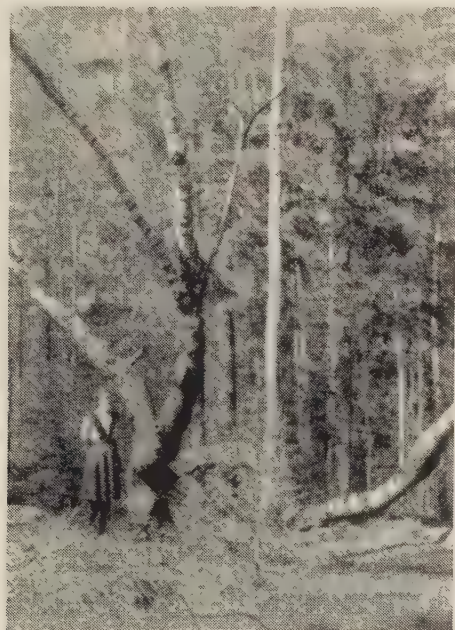


Fig. 5. Gammel valbjørk som greiner seg helt nede ved rota. 3 av greinene er saget av. De ga tilstrekkelig med materialer til et helt soveværelsesmøblement. Morberg i Røyken.

*Fig. 5. Old speckled birch, with large branches right from the base of the trunk.*

tegn enn de før nevnte små valkene. Da barken nederst var sterkt oppsprukken, var disse synlige først langt opp på stammen. Det norske Skogselskaps nye formannsklubbe er laget av denne bjørka.

Den finske forsker Dr. RISTO SARVAS gjorde meg en gang oppmerksom på en egen bladflik som det var alminnelig å finne på finsk valbjørk, — et kjennetegn som kunne hjelpe til ved bestemmelsen. Noe slikt kjennetegn har jeg ikke funnet hos bladene på de norske valbjørkene jeg har undersøkt.

### Arvelighet.

Det er enda ikke gjort tilstrekkelige undersøkelser til helt å klarlegge arveligheten av valbjørk-egenskapen i detalj. Det er satt i gang kryssningsforsøk og andre undersøkelser ved Det norske Skogforsøksvesen for å klarlegge arveligheten. Forsøkene vil ta 10—15 år før de kan gi sikre resultater.

På Buskerud Landbruksskole ble i årene 1943 og 1944 gjort



Fig. 6. Valbjørk fra Ullern i Aker, nær Oslo.

*Fig. 6. Speckled birch at Ullern near Oslo.*

Fot. Th. Kierulf.

en valbjørkplantning som kan gi noen holdepunkter. Frøet ble skaffet av skoginspektør W. OPSAHL og sådd ut i Sønsterud planteskole våren 1939. Av de plantene som ble satt ned i 1943 stammet 3670 fra Aulanko i Finnland og 416 fra Halmrast ved Randsfjorden. Alt dette frø var høstet på opplagte valbjørk etter fri bestøvning. Både ved Aulanko og på Halmrast står det flere valbjørk i det bestand frøet er høstet fra. Våren 1944 ble plantet 1000 planter etter frø av norsk valbjørk fra forskjellige, ikke nær-



mere angitte steder i Sør-Norge. Plantene ble satt i en frodig vestvendt leirbakke med 1,5 m's avstand. Plantningen er på ca. 8—10 dekar. Takket være interesse og omsorg for plantningen av planteskolens bestyrer J. B. HELDAL og skogbrukslærer F. MARSTRANDER, er plantningen vel skjøttet. Den dannet våren 1952 et sammen-

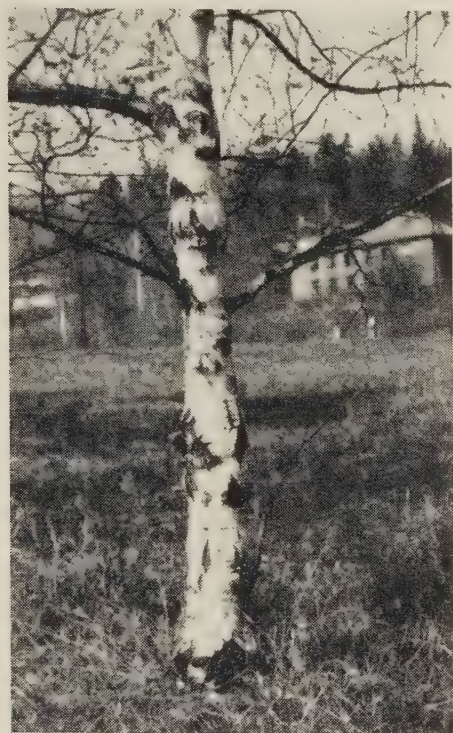


Fig. 7. Yngre, rettstammet valbjørk. Ullern i Aker.

*Fig. 7. Young speckled birch with straight trunk.*

Fot. Th. Kierulf.

hengende 4—6 m høgt bestand. Den ble da gått igjennom av W. OPSAHL og meg. Mange bjørker viste tydelig de typiske barkvalkene som følger med masurdannelsen og enkelte bjørk også tydelige gjentatte utsvelninger på stammen. De mest utpregede av dem hadde tydelig senket høydetilvekst og sterkt busket stamme. Mange bjørker med tydelige masurkjennetegn hadde imidlertid en rett stammeform og ikke særlig nedsatt vekst (se fig. 9). En opptelling av 1553 stammer i denne plantningen viste 408 stk. (26 %) med

sikre valbjørkkjennetegn. 140 stammer (9 %) var usikre og 1005 bjørk (65 %) viste ingen tegn på masurdannelse.

En opptelling i så ungt valbjørkbestand kan bare gi et minstemål på valbjørkantallet idet en må vente at mange bjørk først senere viser sin valbjørknatur. En kan derfor gå ut fra at minst 40 % av det overlevende planteantallet i denne plantningen har valbjørkegenskapen. Slike undersøkelser er spesielt vanskelige fordi



Fig. 8. Forholdsvis rettstammet og fingreinet yngre valbjørk. Fra et bestand som består av over 40 valbjørker. Type-eksemplaret foran mannen. Gunhildrud i Fiskum.

*Fig. 8. Young speckled birch with straight trunk. From a stand of speckled birch.*

egenskapene først kan erkjennes på småtrær etterat stammen har nådd en viss alder. Hos enkelte individer kan en merke antydning til valbjørkkjennetegn allerede i 4—5-års alder, hos andre først når de har nådd 15—20 år. Helt sikre tall for valbjørkprosenten kan en først få når en får anledning til å følge et bestand fra frø til bestandet er hogget ned og hver bjørk undersøkt anatomisk. En annen vanskelighet for den rent genetiske analyse er at vanlig

bjørkefrø ofte har en låg spireprosent og stor dødelighet blant småplantene. Skulle dødeligheten hos frø og småplanter hos valbjørk være forskjellig fra normal bjørk ville dette i høy grad forstyrre en eventuell lovmessighet i arveegenskapens fordeling hos avkommet.

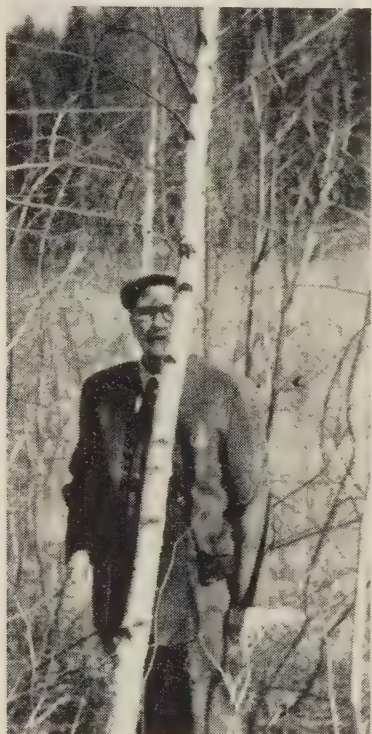


Fig. 9. 13 år gammel rettstammet valbjørk, plantet antakelig etter finsk frø. Buskerud Landbruksskole, Modum.

*Fig. 9. 13 year old planted speckled birch, probably of Finnish origin.*

MUHLE LARSEN (1940) oppgir en valbjørkprosent av godt valbjørkfrø på mellom 30 og 50. HEIKINHEIMO (1952) oppgir 50 % etter fri bestøvning, noe større etter befruktning valbjørk  $\times$  valbjørk. Liknende prosenter er oppgitt i svenske kilder (ARNBORG 1949 og JOHNSON 1951 a).

Det eneste virkelige forsøk som hittil er offentliggjort over valbjørkas arvelighet er gjort i Sverige, på Ekebo i Skåne, av dr. HELGE JOHNSON. (JOHNSON 1951 b). Det omfatter 2 plant-



ninger, det ene (forsøk A) av frø samlet i 1940, den annen (forsøk B) etter frø samlet 1942. Forsøk A omfatter frø fra 12 valbjørker etter fri blomstring. Frøet fra de forskjellige mortrær viste etter en undersøkelse i 10-års alder fra ca. 1 til vel 50 % valbjørk i avkommet. For hvert mortre var undersøkt fra 108 til 139 avkomindivider, i alt 1449 bjørker. 5 av disse var hogget ned og seksjonert for nærmere undersøkelse.

De 12 mortrærne syntes å gruppere seg i 3 grupper, en på under 5 % valbjørk i avkommet, en på ca. 25 % og en på ca. 50 %. Valbjørkene hadde i 10-års alder ca. 10 % mindre høydevekst enn søskentrærne uten masurdannelse. Forsøk B. omfattet 3 kryssninger etter kunstig bestøvning. Derav er 2 kryssninger gjort mellom 2 vanlige valbjørk og en av kryssningene er gjort mellom vanlig valbjørk og såkalt ismasurbjørk. Dessuten inngår til kontroll en kryssning mellom 2 vanlige *Betula verrucosa*. Den siste gav ingen valbjørk i avkommet. De 2 kryssninger mellom vanlig valbjørk gav 54 og 62 %, kryssninger mellom valbjørk og ismasurbjørk 45 %.

Egenskapen synes å være meget ensartet overalt hvor den finnes. De første virkningene på bark og ved i unge skudd er alltid ens. Likedan har masurtegningene i eldre ved alltid typiske fellestrekk.

Skyldes den en arvelig egenskap, enten direkte eller i form av manglende motstandskraft mot en eventuell infeksjon, er det sannsynlig at den avhenger av en enkelt arvefaktor eller et enkelt sterkt sammenkoblet faktorkompleks. Det er ikke sannsynlig at egenskapen skyldes et vanlig resessivt faktorkompleks slik det ellers er vanlig hos arvelige misdannelser hos trær. Var dette tilfelle, ville egenskapen ikke være så lett å utrydde ved rovdrift. Den ville beholdes skjult blant «konduktorer» som hadde egenskapen bare fra en av foreldrene og derfor skulle være normal bjørk. Dessuten ville egenskapen gjennom slike konduktorer lett kunne spres over større områder og opptre overalt såsnart miljøet tillot det. Som senere skal bli nevnt under avsnittet om valbjørkas utbredelse, stemmer dette ikke. En annen ting som heller ikke stemmer med at egenskapen skulle skyldes vanlige ressesive faktorer er at en alltid får noe valbjørkavkom av frø etter fri bestøvning av enkeltstående valbjørk. I samme retning viser det at selv en kryssning mellom 2 valbjørker ikke gir nær 100 % valbjørk i avkommet.

Mere sannsynlige forklaringer er følgende:

I. Egenskapen er letal om den nedarves fra begge foreldre. Regner en da prosenten av valbjørk blant levende avkom vil en under forutsetning av en enkelt faktor få følgende teoretiske fordelingstall (Valbjørkfaktor  $a$ , ikke valbjørk  $A$ ).

Kryssning mellom 2 valbjørker ( $Aa$  og  $Aa$ ):

$\frac{1}{3}$  ikke valbjørk ( $AA$ ) og  $\frac{2}{3}$  valbjørk ( $Aa$ ), idet ( $aa$ ) er letal og faller bort.

Kryssning mellom valbjørk og normal bjørk ( $Aa$  og  $AA$ ):  $\frac{1}{2}$  ikke valbjørk ( $AA$ ) og  $\frac{1}{2}$  valbjørk ( $Aa$ ). Egenskapen kan da bare oppstå av frø fra valbjørk, eller av annen bjørk bestøvet med valbjørk.

II. Pollenet med valbjørk-faktoren er ikke bestøvningsdyktig. En får da de samme fordelingsforhold som for I, men kan bare få valbjørkeegenskapen av frø fra bjørker som selv er valbjørker, — egenskapen blir bundet til mortrærne.

Som nevnt mener vi at våre bestøvningsforsøk vil gi nærmere svar på om noen av disse hypotesene er riktige.

### Utbredelse.

I følge LINDQUIST (1946) og andre kilder er valbjørka utbredt over hele sydlige del av den Skandinaviske halvøy og i russisk Karølen. Den er overalt sjelden og opptrer i meget spredte forekomster.

I Norge har jeg sikre oppgaver fra hele Østlandet nordover til og med Gudbrandsdalen, Sørlandet og sørlige del av Vestlandet. Den synes i det hele tatt i Norge å være bundet til de strøk av landet der låglandsbjørka (*B. verrucosa*) er alminnelig. Den er merkelig sporadisk i sin opptreden. Forekomstene kan noen gang begrense seg til noen få trær. Mellom dem er det ofte milevis av strekninger hvor det finnes skorpebjørk men ikke antydning til valbjørk. Bare i et par tilfeller har vi registrert større sammenhengende forekomster.

Valbjørka synes merkeligvis å være knyttet til bebodde strøk og er på Østlandet mest alminnelig der bosetningen er eldst, slike steder som Nedre Gudbrandsdal, traktene rundt Mjøsa, Randsfjorden og de andre store innsjøene, begge sider av Oslofjorden

og liknende steder. Ingen av de registrerte valbjørkene er funnet i egentlig skog. Mest er de funnet på gjenvokste slåttenger, jordkanter, nedlagte plasser og liknende steder.

Av flere valbjørkeiere er jeg blitt bedt om ikke å gi detaljerte opplysninger om hvor trærne står. De er redd for at bjørkene deres skal bli stjålet. Dette faremomentet for valbjørkeierne tror jeg vil falle bort når det blir kjent hvilket verdifullt virke valbjørka i virkeligheten er, samt når såvel utnyttelsen som dyrking av valbjørk kommer inn i mere regulære former. Ingen normale mennesker ville falle på å gå inn i en annen manns hage, hogge ned og stjele av frukttrærne hans. Like stor skade kan det gjøres for eieren ved tyveri av en valbjørk i god vekst. En rimelig erstatning for tyveri av en ung valbjørk i god vekst skulle etter nåværende priser være ca. 200 kr. pr. tre.

### Dyrking av valbjørk.

Det vi vet om valbjørks arvelighet, er helt tilstrekkelig til at vi kan sette i gang dyrkning av dem. Etter finske opplysninger, som også stemmer med egne undersøkelser (se side 486), vil masurveden bare utvikles under sterk vekst av stammen. Dessuten viser de samme undersøkelser at sålenge valbjørkstammen på grunn av tett stilling og liten vekst ikke utvikler masurved, er såvel høydetilvekst som forgrening normal. Først når masurdannelsen har vart noen år, begynner forkrøplingen av kronen med senket høydetilvekst og sterk forgrening. Det er derfor grunn til å plante valbjørk tettere enn andre treslag, gjerne 1000 stammer pr. dekar.

En meget stor del av stammene (opptil over 80 %) må da tynnes ut før stammene kommer opp i særlig nyttbare dimensjoner. Det skulle derfor til slutt bli et tilfredsstillende antall valbjørker i et slikt plantet bestand selv om valbjørkprosenten hos småplantene ikke var høyere enn 20—30 %.

For å få en gunstig utvikling av masurdannelsen med jamn fordeling av figurene og færrest mulig utvekster på stammen, er det sannsynlig at en kan oppnå meget ved å tynne jamnt og ofte, gjerne hvert år de første årene etterat bestandet har sluttet seg. (Se side 494).



Ved hogst av valbjørk bør en forsøke å forynge ved hjelp av stubbeskuddene. Et enkelt tiltak som kan gjøres for å bevare de få forekomstene vi har, er å ta vare på og forsiktig frihogge de stubbeskuddene som måtte komme. Det har da betydning at en ikke ved overdreven fredning lar bjørkene stå der til de blir for gamle til å sette kraftige stubbeskudd. Valbjørka som det er avbildet et snitt av i fig. 28 har f. eks. stått ca. 15 år for lenge. I denne tiden har treet ikke vokset synderlig. Det har ikke i det hele tatt dannet masurved, bare tapt sin livskraft og samlet råteskader i veden. Av hensyn til stubbeskuddene bør treet felles om vinteren før nyttår og med lågest mulig stubbe.

### Nærmere beskrivelser av bjørkebarken, forskjellige unormale vedstrukturer og sårheling hos bjørk.

For å beskrive valbjørkfenomenet nærmere og mulig gi en mere detaljert forklaring på det, har jeg foretatt en del anatomiske undersøkelser av masurved, ved med annen unormal vekst, sår-dannelser hos bjørk, normal bjørkeved og normal bjørkebark.

#### 1. *Barken hos bjørk.*

Flere av de uregelmessige vedstrukturene hos bjørk synes å ha en sammenheng med eiendommeligheter i barkens vekst og utvikling. Derfor vil jeg her få gi en kort beskrivelse av de mest typiske trekk av bjørkebarkens anatomi.

Fig. 10 gir et skjematisk bilde av bjørkebark hos unge stammer. Ytterst ligger lag med never som etterhvert nydannes i det innenforliggende kork-kambium. Innenfor kork-kambiet ligger et grønnfarget lag som vesentlig består av levende støttevev (kollenkym). Det begrenses innover av en kappe av døde steinceller med innblandet vev av levende parenkym og døde, fibrøse støtteceller. Den tykkeste del av barken ligger mellom denne kappen og veden. Innerst mot veden består barken av et bløtt vev med tallrike margstråler som danner fortsettelsen av margstrålene i veden. Fra dette laget av og ut mot den nevnte kappen er vevet stadig mere oppfylt av døde steinceller som ligger fordelt i store og små grupper med mellomliggende levende parenkym. Knuses barken, mer-

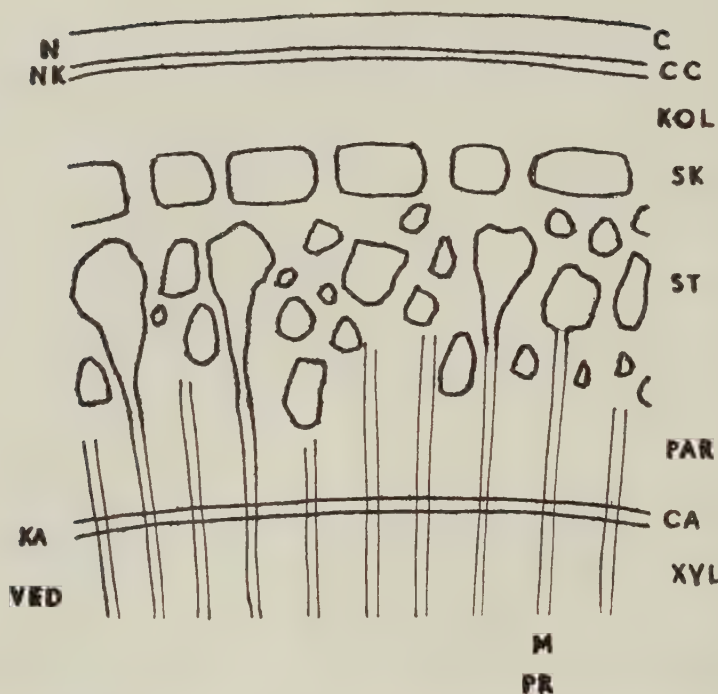


Fig. 10. Skjematisk og forenklet tverrsnitt av ung bjørkebark (Lenticeller ikke inntegnet).

- N — Never  
 Nk — Neverkambium.  
 KOL — Grønnfarget lag, vesentlig bestående av levende støttevev (kollenkym).  
 Sk — Kappe av sklerenkym, vesentlig steinceller, men også med fi-brøst støttevev.  
 St. — Sprødt vev oppfylt av steinceller, sammenkittet med levende parenkym.  
 PAR — Blødt lag med tydelige margstråler som danner en forlengelse av vedens. Det består vesentlig av silrør og parenkym.  
 KA — Egentlig kambium.

Fig. 10. Simplified diagram of cross section of young birch rind.

- C — cork.  
 CC — cork-cambium.  
 KOL — collenchyma.  
 Sk — sclerenchyma manile.  
 ST — crisp tissue of stone cells and parenchyma.  
 PAR — parenchyma.  
 CA — cambium.  
 XYL — wood.  
 PR — pith ray.

kes disse steincellegruppene som små gryn. De er så harde at de lett vil skjemme redskap med fin egg.

Fig. 11 og 12 viser mikroskopiske snitt av bjørkebark. Stein-cellene dannes i endene på de forlengede margstrålene. Særlig store steincellegrupper finner en ved enden av de primære margstrålene. Dette er jo nokså rimelig, idet disse margstrålene også i barken er eldst og har fått mest tid til å danne steinceller. Fig. 13 viser et tangentialsnitt av en margstråle fra den del av barken hvor stein-cellene begynner å dannes. Som det kan sees av fig. 12, er stein-cellene meget større enn de parenkymcellene de dannes av. Diameteren kan ofte være 3 ganger så stor. Volumet blir derved nesten 30 ganger så stort. Det er derfor sannsynlig at en stor del av den tangential vekst hos bjørkebarken nettopp foregår gjennom steincelledannelsen.

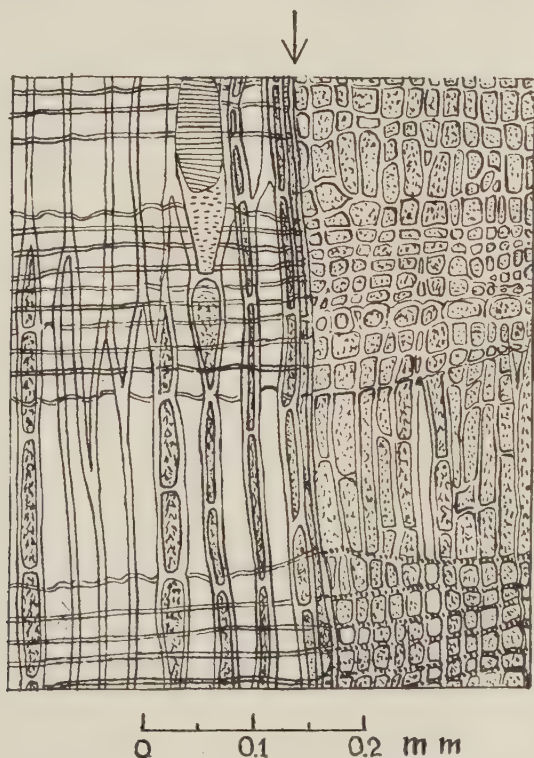


Fig. 11. Radialsnitt av vanlig bjørkebark i vinterdvale fra kambiumsonen. Pilen betegner kambiet. Ved til venstre og bark mot høyre.

*Fig. 11. Radial section from cambial zone of common birch rind in winter rest. Wood at left, bark at right.*

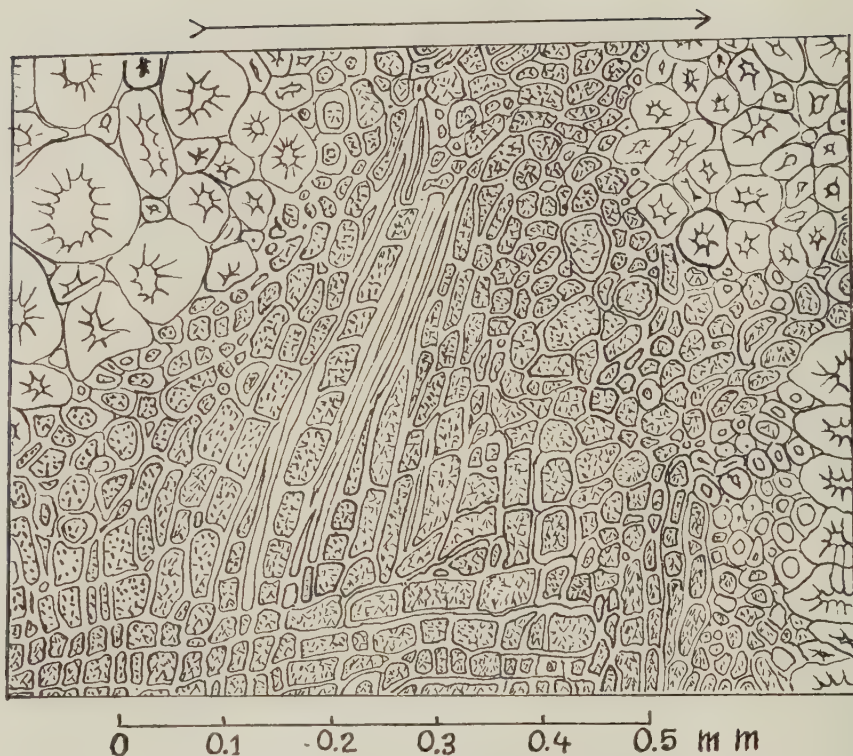


Fig. 12. Radialsnitt av yngre bjørkebark i vinterdvale. Fra steincellesonen. Pila viser retning utover. En ser steincellegrupper mellom levende parenkym. Nederst en margstråle.

*Fig. 12. Radial section from the stone cell zone of young birch rind in winter rest, showing stone cell groups between live parenchyma. A pith ray beneath.*

## 2. Vanlig flammeved hos låglandsbjørk.

Hos vanlig låglandsbjørk finnes ofte en vakker bølget ved i nedre deler av eldre stammer. J. JENSEN (1940) har beskrevet hvordan denne bølgedannelsen bare forekommer nederst i bjørkestammen. I en illustrerende tegning viser han at den bølgete del danner et slags skall, tykkest nederst og tynnere etterhvert oppover stammen. Den ikke flammete del får formen av en kjegle som er tykkest øverst og med spissen smalnende ned i flammevedskallet. Etter de undersøkelser jeg selv har gjort, stemmer dette nettopp med at det er kambiet innenfor den oppsprukne skorpebarken som danner bølgene. Skorpebarken dannes først nede ved rothalsen og strekker seg oppover stammen etterhvert som





Fig. 13. Tangentialsnitt av margstråle i yngre bjørkebark (*B. verrucosa*). Fra grensen mellom parenkymzone og steincellesone. Begynnende dannelse av steinceller i margstrålen. M. — Margstrålen.

*Fig. 13. Tangential section of a pith ray in young birch rind. From the border between parenchyma zone and stone-cell-zone. M — pith ray, wherein stone-cell formation has just begun.*

bjørka blir eldre. At det er en direkte og naturlig sammenheng mellom den vanlige stormønstrede flamme-dannelsen hos låglandsbjørk og skorpebarkdannelsen skulle tydelig gå fram av fig. 14, 15 og 16.

En naturlig forklaring på denne sammenhengen skulle være følgende: Bjørkebarken innenfor neveren er sprø og tåler liten strekk-påkjenning. Så lenge barken er tynn og har full livskraft helt ut til kork-kambiet, vil den tangential barkveksten (dilatasjon) være tilstrekkelig til at barken holder sammen. Hos eldre

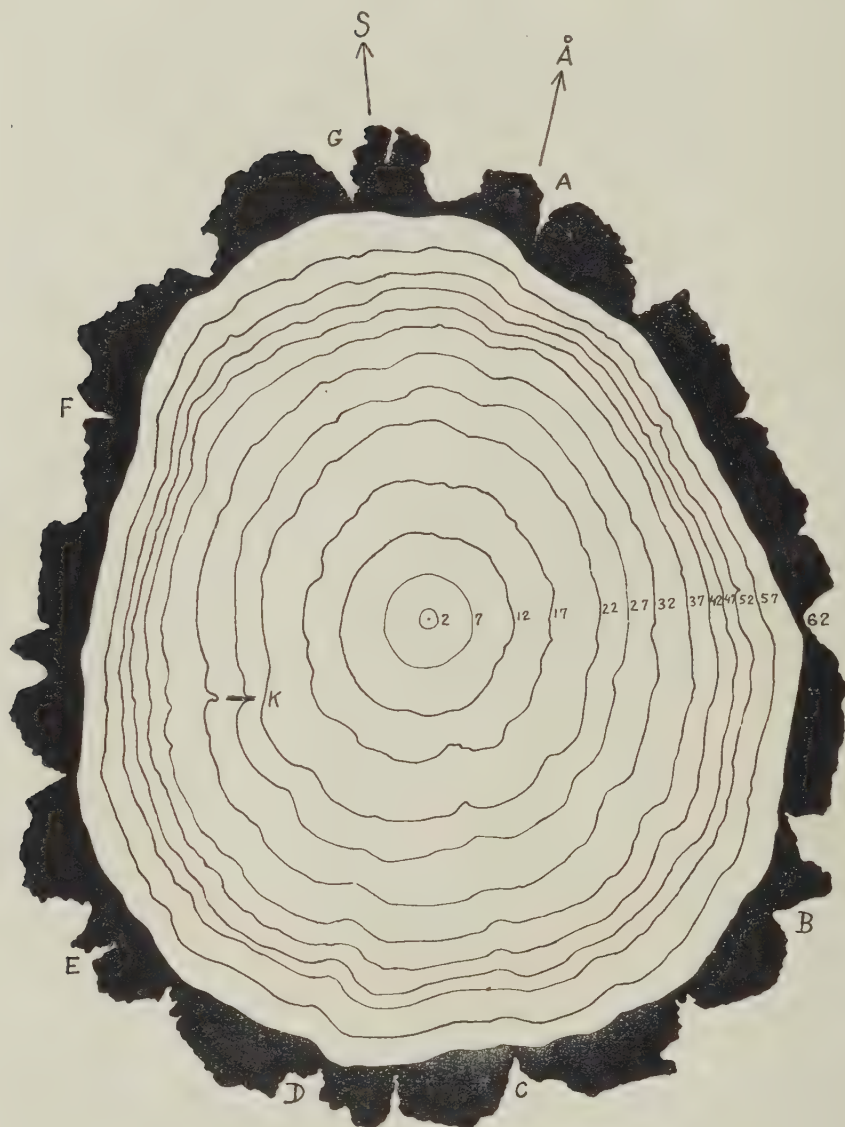


Fig. 14. Tverrsnitt ved rotavskjær av en ca. 65 år gammel skorpebjørk. *Betula verrucosa*. Viser bølgedannelse i veden innenfor dype sprekker i barken. Hver 5. årring utenfra er inntegnet. Årringene er nummerert fra margin av. S. — retning mot syd, Å mot en åpning i bestandet. K. — kvist.

Merk spesielt bølgedannelsen innenfor bokstavene A til G.

*Fig. 14. Cross section at the base of a flamy 65 years old trunk of Betula verrucosa. Every fifth annual ring, counting from the outside, has been drawn. The distinct wawes in the year rings inside the deep cracks near the letters A—G, should be noticed.*





Fig. 15. Tverrsnitt 90 cm fra stubben av samme tre som i nr. 14. Samme årringer er tegnet inn.

n = rester av never.

Merk bølgene innenfor bokstavene H—L.

Tegnforklaring ellers se fig. 14.

Fig. 15. Cross section at 90 cm.s above the base of the same birch as shown in Fig. 14. n — remnants of cork.

stammer av *B. Verrucosa*, der barktykkelsen er blitt for stor, vil den ytre barken etterhvert bli mindre livskraftig og til slutt stryke med. På fig. 14, 15 og 16 ser en hvorledes kork-kambiet etterhvert

dør vekk sammen med de ytre deler av barken. De svekkede eller døde lag av barken kan ikke følge med i barkens tangentielle vekst. Dessuten vil de tørke og skrumpe inn. Det vil derfor etterhvert oppstå sterke spenninger i vevet og plutselige sprekkdannelser. Det



Fig. 16. Tverrsnitt 1,9 m fra stubben av samme tre som i fig. 14. Samme årringer er tegnet inn.

Merk spesielt bølgene innenfor den nyoppsprungne barken ved bokstavene M, O og P.

Tegnforklaring ellers, se fig. 14.

Fig. 16. Cross section 1.9 m from the base of the same birch as shown in Fig. 14

er da rimelig å anta at sprekkene idet de dannes vil nå dypt inn også i det levende vevet mot kambiet og gi sårhelingsfenomener, som så igjen vil gi årsak til bølget ved.

Flammet ved hos skorpebjørk kan derved forklares enkelt gjennom den spesielle barkdannelsen som kjennetegner vanlig *Betula verrucosa* og den effekt oppsprekkingen har på vedkambiet. Når en vil ta ut flammebjørk ute i marken, kan det etter dette skje ved å velge bjørk med rik skorpebarkdannelse. Når en vil ta ut materialer av vanlig flammebjørk, må en ta hensyn til hvor flammene fortrinnsvis finnes og nytte mest mulig ytre og nedre deler av stammen.

Disse regler gjelder bare den vanligste formen for flammeved hos *Betula verrucosa*. Flammeved hos bjørk kan ha mange årsaker, av vidt forskjellig natur. Nedenfor vil noen av disse bli behandlet.

### 3. Rikuler.

Rikulene, eller rir som selve veddannelsen ofte kalles, skyldes en abnorm knoppdannelse hos bjørk. Skjærer en gjennom en rikule og følger årringene (se fig. 17), vil en se at de unormale småflekkenes følges av en utbuling av kambiet, — altså akkurat det motsatte av det en finner ved ekte masurdannelse. Blir barken flådd av en rikule, stikker knoppanleggene overalt ut som små utvekster. Noen ganger kan disse knoppene også utvikles til små, levende greiner. Det kan tenkes at rikuledannelsen hos bjørk har en direkte sammenheng med snyltesoppen *Taphrina betulina*. Rikuler er mere alminnelig på *Betula pubescens* enn på *B. verrucosa*.

I et referat av et russisk arbeide skrevet av Z. T. ARTJUSENKO og S. JA. SOKOLOV, gir F. ROLL-HANSEN (1953) et klart bilde av hvorledes knoppanlegg hos våre lauvtrær oftest kan følges helt inn til første årsskuddet. Sporet etter en knopp inne ved marginen kan forgrene seg utover til en hel «knoppfamilie». *Taphrina* angriper unge greiner og lager de vel kjente heksekoster. Om en slik heksekost på eller ved toppskuddet vokser inn i stammen kan jeg tenke meg at også disse knoppene vil kunne fortsette å dele seg utover. Den vil da naturlig gi årsak til rikuler.

Er det mange rikuler i en stamme, kan de gi en spesielt vakker flammeved. I tangentialsnittede bord eller i skrellet finér vises knoppdannelsen som «fugleøyemønster». I rothalsen på eldre bjørk

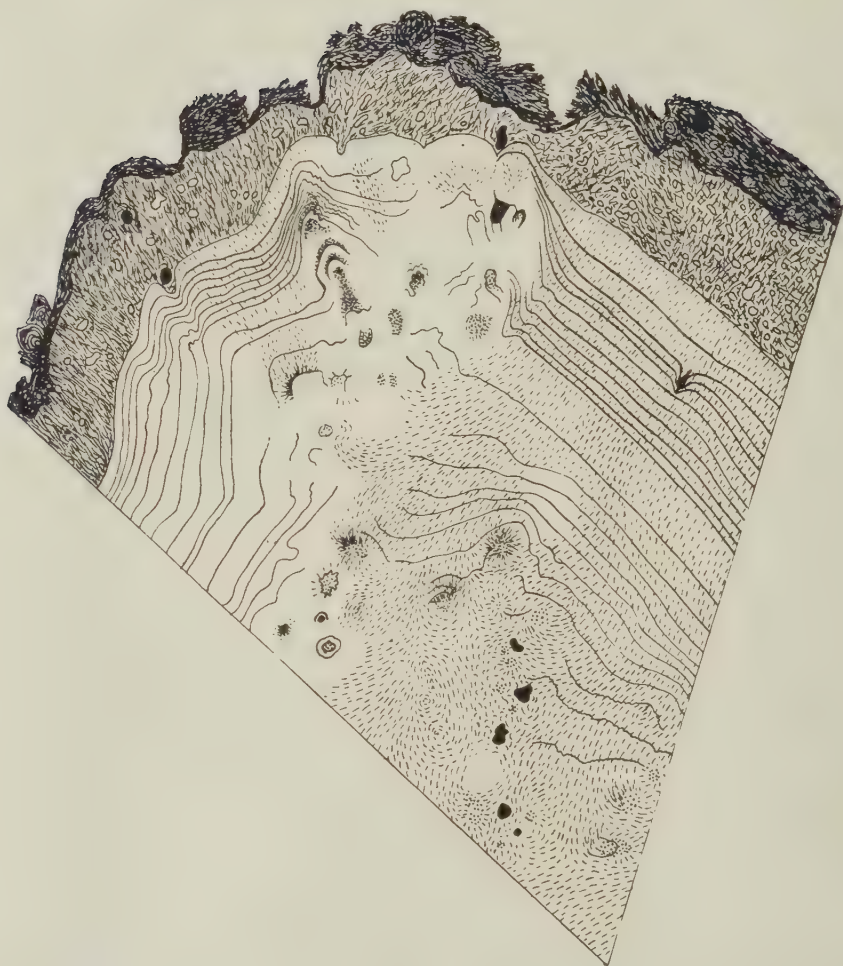


Fig. 17 Tverrsnitt av rikule hos bjørk (*Betula pubescens*). Årringene i veden inntegnet. Likedan er retningen for margstrålene antydnet.

Fig. 17. Cross section of a birch burl with bud initials. All year rings have been drawn. Course of pith rays is indicated.

vil en ofte finne en vakker flammedannelse som er en direkte følge av normalt dannede «knoppfamilier».

#### 4. Koter.

Både *B. verrucosa* og *B. pubescens* kan også danne kuleformede utvekster som ikke har noen sammenheng med knoppdannelser. Årringene er her helt jamne og regelmessige gjennom hele kulen. (Se fig. 18). Slike kuler kalles gjerne bjørk-koter. De er spesielt



ettertraktet til kopper, askebegre, boller og liknende husflidgjensander av tre.

Noen forklaring på hvorfor disse utvekstene dannes er det vanskelig å gi. Det må imidlertid ansees som rimelig at de har helt andre årsaker enn masurdannelse, vanlig flammebjørk eller rikuler. Hos *B. pubescens* kan det opptre en sammenhengende flammedannelse som synes å være i slekt med kotedannelsen.

### 5. Bjørkevedflua.

Over hele Skandinavia er det kjent et insekt, flua *Dendromyza betula*, som lager brune tegninger i flere bjørkearter. På norsk kunne vi best kalle den bjørkevedflua. Den er blitt kalt margflekkeflua, men da flekkene ikke har noe med marg å gjøre, er dette et dårlig navn. Flua er nøye beskrevet av finnen E. KANGAS (1937). Her i Norge har jeg funnet sporene etter den i nesten alle bjørker jeg har undersøkt fra Østlandet, — både *B. pubescens* og *B. verrucosa*.

Flua overvintrer som puppe i skogbunnen under bjørkene. Eggene legges i juni i unge skudd av de nederste greinene. Så snart larven er klekket, vandrer den i bjørkekambiet langs greinen inn til stammen og ned i rothalsen. Den danner da meget karakteristiske ganger (de smaleste gangene på fig 19). Fra rothalsen

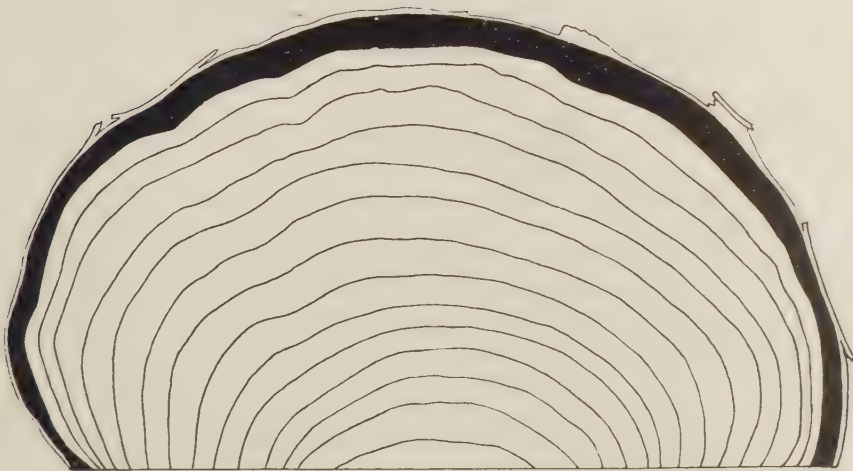


Fig. 18. Kote fra en bjørkestamme (*B. pubescens*). Årringene inntegnet.

Fig. 18. Cross section of a birch burl without bud initials.

vandrer larven igjen oppover stammen i nydannet ved og borer seg ut gjennom barken om høsten. (De grovere gangene på fig. 19 og 20). Da slipper den seg ned på marka og forpupes. Gangene fylles med et sårkallus som sterkt likner på vevet i de brune partiene



Fig. 19. Ganger av bjørkevedflua (*Dendromyza betulæ*) nederst på stammen av en ung skorpebjørk (*B. verrucosa*). Barken og ytterste ved-del er spikket bort slik at gangene vises. Nederst til høyre en kvist. Den smale gangen til høyre er spor etter en ung larve på nedtur. De brede gangene skyldes eldre larver som har boret seg ut av treet i utvidelsene ved enden av gangen.

Fig. 19. Trails in birch wood caused by the larvae of *Dendromyza betulæ*.

av ekte masurdannelse (se fig. 21 og 22). Kallusen danner hurtig nytt normalt kambium. Den veden som dannes utenfor den relativt smale gangen blir helt normal. Tegningene som skyldes angrepene etter bjørkevedflua gir sjelden anledning til dekorativt



verdifulle mønster i veden. Tvertimot skjemmer disse merkene oftest ellers vakker flammebjørk. Merkene er mest utbredt i de nederste par meter av stammen, der hvor nettopp den mest verdifulle flammeveden finnes. Det sees sjelden råte i forbindelse med flueangrepene. Det er derfor rimelig at larven sjelden fører med seg infeksjon som ikke overvinnes av motstandsstoffer i bjørkevevet.

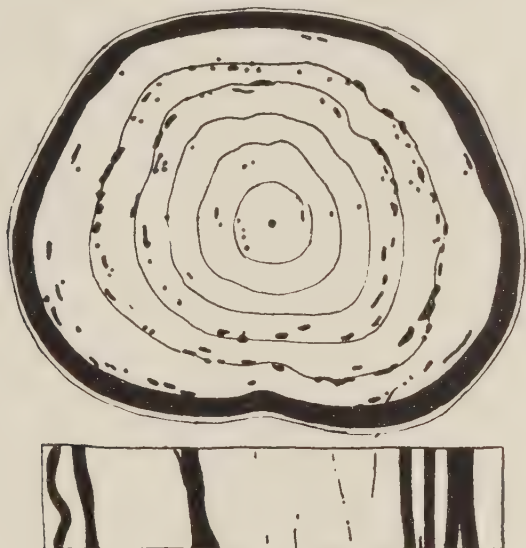


Fig. 20. Angrep av bjørkeflua fra rothals av en ung bjørk. Øverst i tverrsnitt med inntegnede årringer og bark. Nederst sett fra siden når bark og aller ytterste vedlag er fjernet.

Fig. 20. Attacks by *Dendromyza betulae* at the base of a young birch (*Betula verrucosa*). Above: cross-section, beneath seen from the side.

#### 6. Vanlig sårved hos bjørk.

Som hos alle andre treaktige vekster, vil bjørkekambiet reagere på sår ved kallusdannelse. Sårkallus dannes av uskadde, delingsdyktige celler nær såret. Det består først alltid av udifferentierte celler med samme utstrekning i alle retninger. De spesialiseres så etterhvert til bark, never eller ved.

Typisk for sårkallus er det vevet som dannes i gangene etter bjørkvedflua (fig. 21 og 22). Best sees overgangene mot mere differentiert vev i radialsnittet. Det som sterkest preger overgangssonene er det helt uregelmessige, rotete vevet hvor helt diffust,

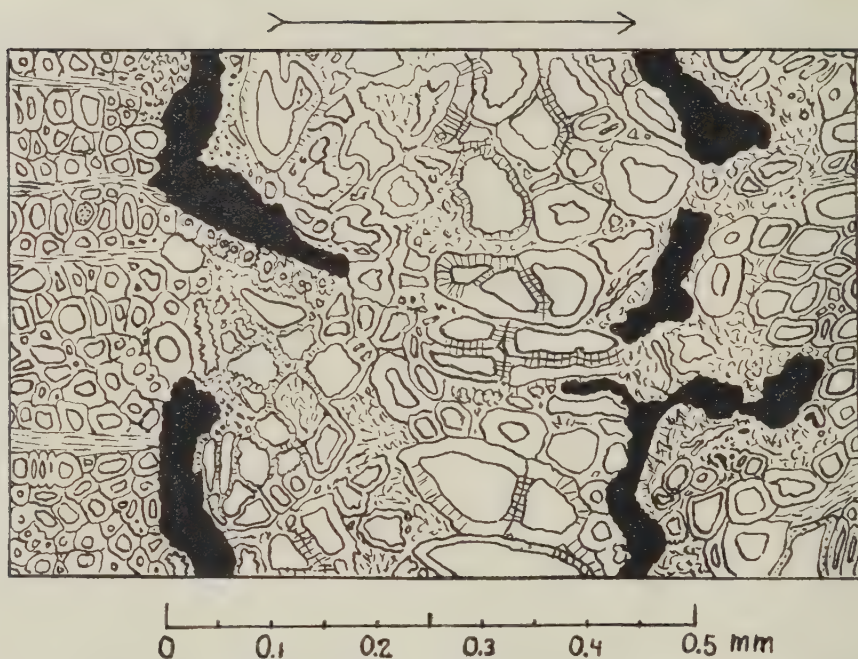


Fig. 21. Mikroskopisk tverrsnitt av en *Dendromyza*-gang. Gangen er gjen-  
grodd med kallus-vev. Svarte flekker er rester av helt ødelagt vev eller  
ekskremitter. Pila viser vekstretningen.

Fig. 21. Microscopic cross-section of a *Dendromyza*-trail, filled with callus-  
tissue. Growth direction indicated by the arrow.

ødelagt vev er blandet sammen med ufullkomne elementer tilhør-  
ende alle arter av omliggende vev, fra barkparenkym og steinceller  
til vedfibre, kar og margstråleparenkym. Noe av det som tydeligst  
særpreger barkparenkymet hos bjørk er den sterke brunfarging  
som vevet får når det dør og blir utsatt for luft og fuktighet.  
Det brune fargestoffet vil også trenge ut i omliggende vev og  
gi dette samme farge.

Et større sår heles ved gjengroning, som er et fenomen av  
mere kompleks natur. (Se fig 23). I sårkantene (S på fig. 23)  
finnes det sårkallus av omtrent samme natur som beskrevet for  
fluelarvens ganger (se fig. 24).

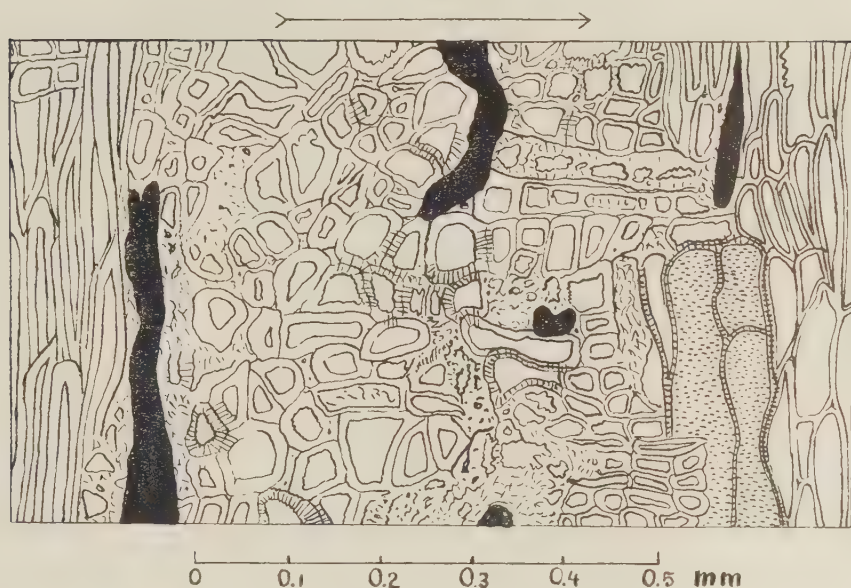


Fig. 22. Mikroskopisk radialsnitt av en *Dendromyza*-gang. Tegnforklaring se fig. 21. En ser her bedre enn på tverrsnittet forskjellen mellom normale celler og de isodiametrale kallus-cellene.

*Fig. 22. Microscopic radial section of a Dendromyza-trail. For explanations, see Fig. 21.*

### Nærmere beskrivelse av valbjørkvedens anatomi og vekstmåte.

Hverken utvendige valbjørkkjennetegn eller merker etter masurdannelse i veden kommer i alminnelighet til syne før treet (eller stammen) er 5—6 år gammel. Det første som vises utvendig er små fortykkelser i barken. Siden kan det så komme større utsvelninger av hele stammen (greinen). I et snitt vil en først merke masurdannelsen som en unormal utvidelse av de største margstrålene, fortrinnsvis primære margstråler. Følger en disse margstrålene ut i barken, vil en finne at de ender i unormalt store steincellegrupper. Fig. 25 viser et noe forstørret tverrsnitt av en 6 år gammel grein med begynnende danning av masurved.

Legger en merke til margstrålenes forlengelse ut i barken, ser en at de er bøyet til side fra et parti rett ut for masurdannelsen.



Fig. 23. Gjengroning av sår hos bjørk. Skjematisk tegning. Mikroskopisk snitt fra fig. 24 er tatt ved S. på tegningen. Bark tegnet svart. Skraverte parti innenfor såret betegner død ved, gjerne mørkfarget av brune fargestoffer som utskilles av bark og kallus-vev.

*Fig. 23. Diagram of wound healing of birch. The microscopic section in Fig. 24 has been taken at S.*



Fig. 24. Kallus fra sår hos bjørk. Mikroskopisk radialsnitt fra S på fig. 23. Uskadd, helt normal ved til venstre.

*Fig. 24. Callus from wound of birch, microscopic radial section. Undisturbed wood to the left.*



Her er barken også tykkere enn ved sidene. Dette bilde er helt typisk for begynnende masurdannelse. Det viser at barken rett ut for masurdannelsen har en sterkere vekst enn barken ellers. I fig.

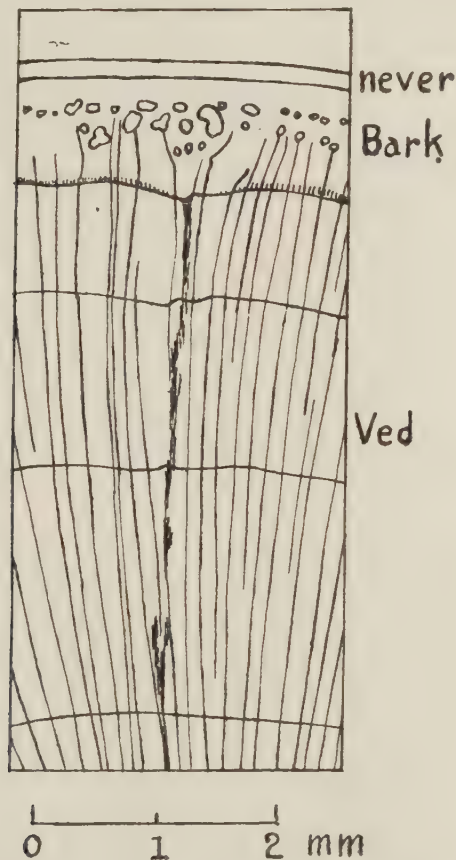


Fig. 25. Tverrsnitt av en 6 år gammel bjørkegrein med begynnende masurdannelse. Masurdannelsen skravert. Margstråler og årringgrenser inntegnet.

*Fig. 25. Cross-section of a 6 year old branch of a speckled birch with commencing mazer-formation. Mazer-formation shaded. Pith rays and annual rings are drawn in. Rind and cork at the top.*

26 fra en 9 år gammel stamme av et 11—12 år gammelt tre, ser en videre utvikling av masurdannelsen. Her er den begynt å danne de tydelige V-formede figurene som er så typiske for all valbjørk. Blir barken flådd av en stamme på dette trinn av utviklingen, vises det overalt små øyeformede uregelmessige fordypninger i stammen.

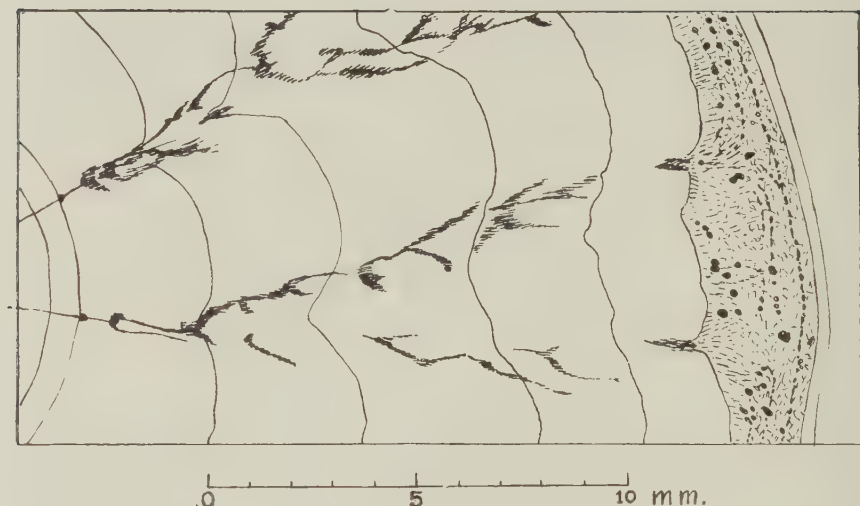


Fig. 26. Begynnende masurdannelse hos en 9 år gammel valbjørkstamme. Tverrsnitt.

*Fig. 26. Mazer formation in a 9 year old birch trunk, cross section. Annual rings drawn in.*

Foruten at denne fordypningen er fylt av barkvev, er barken her så fortykket at den også danner en liten utsvelning på utsiden. I fig. 27 ser en et radiale lengdesnitt av samme stamme.

Hvorledes veden ser ut i eldre stammer ser en av tegningene i fig. 28, fig 29 og fotografiene i fig. 1 til 4. I tegningene er årringene tegnet inn. Ved å følge årringene, kan en se at masurdannelsen først følges av en stopp i kambieveksten. Siden heles de «angrepne» partiene gjennom en unormal sterk vekst. Av årringene ser en dessuten at masurdannelsen ytrer seg i sterkeste grad når bjørka er i sterkeste vekst. I de bjørkene jeg har undersøkt har årringbredden vært tydelig størst for de årringene som har sterkeste masurdannelse, — også i de deler av stammen hvor masurtegningene mangler. Det er altså ikke bare en lokal økning av veksten i de sterkeste angrepne partier. Disse iakttagelser stemmer helt med finske erfaringer (HEIKINHEIMO 1952).

Hva slags vev som dannes ved de forskjellige trinn av masurdannelsen vises i fig. 30 til 34. Spesielt tangentialsnittet og radialsnittene viser hvor påfallende vevet fra de brune masurtegningene likner på kallusvev fra sår. Den brune fargen skyldes som regel ikke innvokset barkvev i vanlig forstand. Den skyldes at sårkalluset



her som ellers har i seg elementer av forskjellig slags vev, — også av steinceller og barkparenkym. Som vanlig friskt barkvev er masurtegningene i yte-veden ikke brunfarget så lenge den er helt frisk. Hos gangene etter bjørkevedflua er brunfargingen derimot allerede til stede før veden utsettes for luftens påvirkning.

Inne i de V-formede tegningene finnes et uregelmessig lyst vev som utover etterhvert går over i normal ved. Valbjørkvedens vakre mønster kommer av kontrasten mellom de brunfargede tegningene, den kritthvite silkeglinsende veden inne i de V-formede tegningene og den meget sterke flammedannelse som direkte har sin årsak i masurdannelsen.

I eldre stammer har gjerne masurtegningen en typisk form, som skjematisk er beskrevet i fig. 35. Ofte er den mere uregelmessig, og det kan i de fleste tilfeller spores en sammenheng mellom de for-



Fig. 27. Radialt lengdesnitt av samme stamme som i fig. 26.

*Fig. 27. Radial section of the same trunk as shown in Fig. 26.*

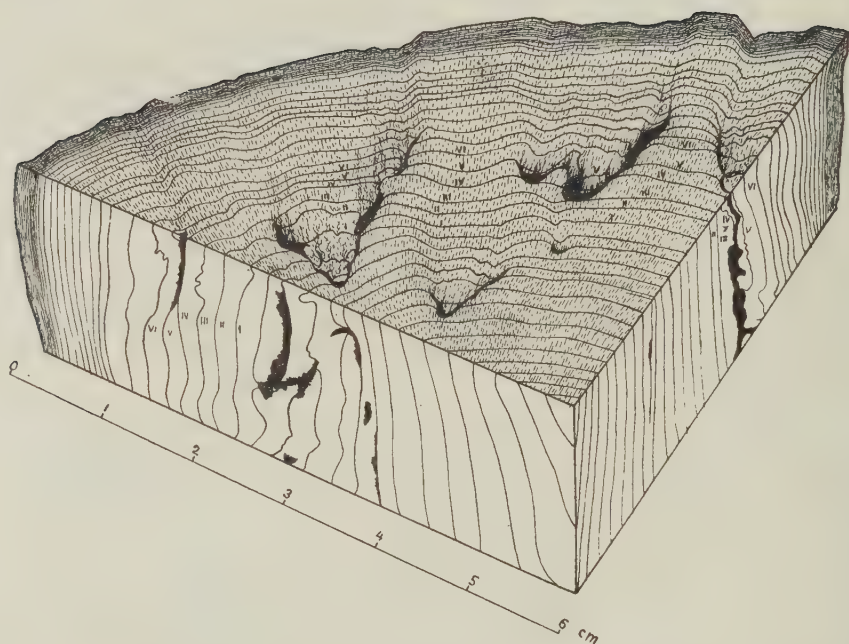


Fig. 28. Stykke av en valbjørkstamme. Hver årring er tegnet inn. Masurtegnningene er tegnet svart. Dessuten er det angitt retningen av margstrålene.

*Fig. 28. Section of a mazer birch trunk. Each annual ring is drawn in. The mazer figures are shaded black. Courses of the pith rays are indicated.*

skjellige figurene. Som det vises av den skjematiske tegningen, blir masurtegnningene i tverrsnittet V-formet. I radialsnitt får den en liknende form, men noe mere som en U. I tangentialsnitt blir tegningene uregelmessige avlange flekker, ellipser eller halvmåner.

Av og til finnes det i valbjørkveden virkelig innvokset bark. Valbjørkstammen som fig. 29 viser et utsnitt av, hadde mange slike barkinnspregninger.

For å gi et enda klarere bilde av hvorledes masurdannelsen ytrer seg i valbjørkstammen, har jeg projisert tegningene for en bestemt årringgrense på en sylinderflate som mest mulig følger årringen. I fig. 36 er tegning av en slik projeksjon. I fig. 37 er det laget tilsvarende projeksjon for 6 årringgrenser i samme prøve. Her er bare masurtegnningene projisert inn. Årring II tilsvarer den mere detaljert tegnede projeksjon i fig. 36. I fig. 38 er på samme måte tegnet inn projeksjonen for 10 årringer av en annen valbjørk. Disse tegningene viser at masurdannelsen først opptrer

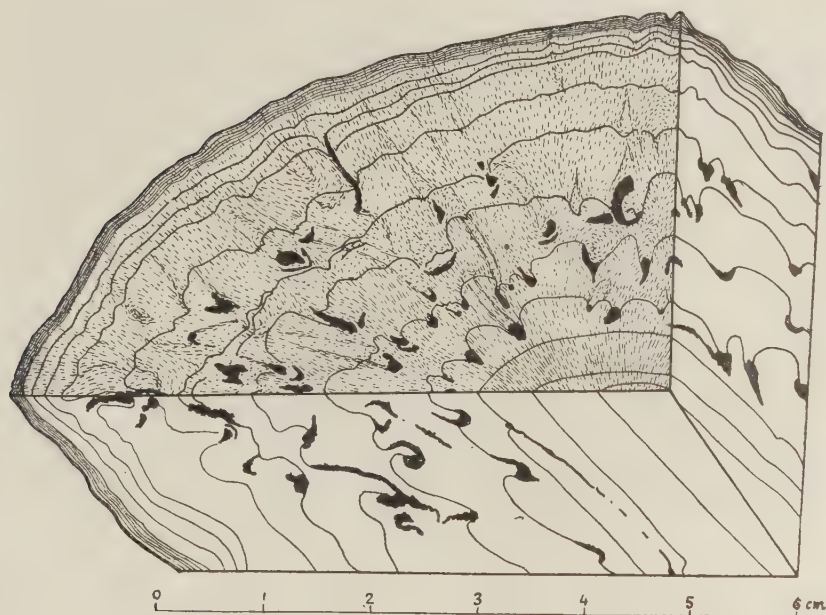


Fig. 29. Stykke av en ca. 20 år gammel grein av valbjørk med kraftig masurdannelse, tildels også enkelte virkelige barkinnsprengninger. Masurtegnningene og barkinnsprengningene er tegnet svart. Hver årring er inntegnet. Dessuten er det angitt retning for margstrålene.

*Fig. 29. Section of a circ. 20 years old branch of speckled birch with heavy mazer formation. Here the figures also include actual rind tissue. For explanations, see Fig. 28.*

som små runde flekker i kambiet. Fra disse flekkene sprer dannelsen seg uregelmessig utover til alle kanter i uberørt vev, mens masurdannelsen «leges» inn mot tidligere angrepne partier.

I overflaten av veden hos valbjørk finnes som tidligere nevnt små, dype uregelmessige huller i vedoverflaten. Disse er fylt med barkvev. Innerst i hullene finnes en jamn overgang innover mot sårkallusvev som brått stopper i normal ved. Under videre vekst danner sårkalluset i bunnen av hullet etter hvert et nytt vedkambium som skyver ut barkvevet, slik at hullet til slutt fylles med kallus og ved.

På grunnlag av de iakttagelser som er nevnt her og de som følger av den utenlandske litteratur om emnet, har jeg tenkt meg følgende forklaring som den mest sannsynlige:

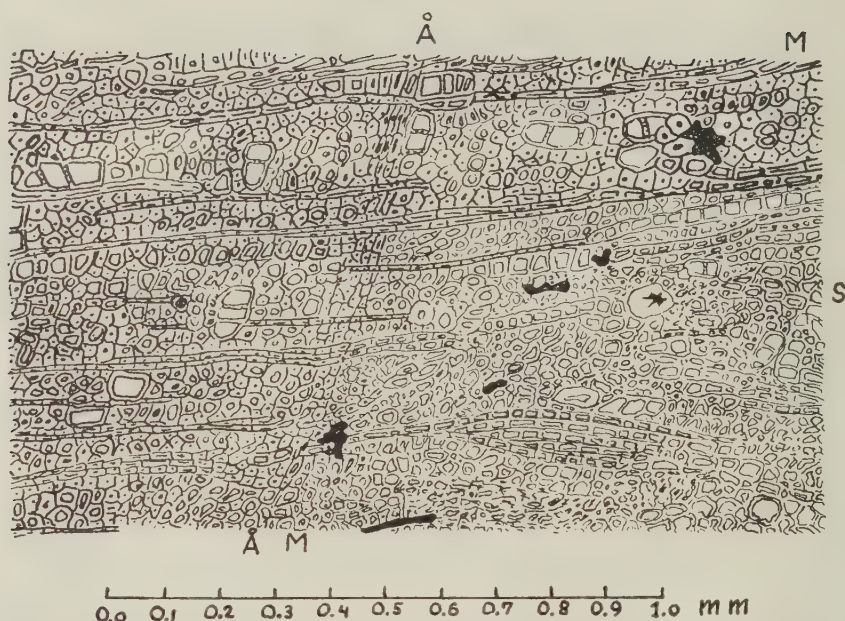


Fig. 30. Mikroskopisk tverrsnitt av en masurtegning Å—Å-årringsgrense. M—M. Brunfargede del av masurtegningen. S. hvitt, uregelmessig kalluspreget vev.

*Fig. 30. Microscopic cross section of a mazer-figure. Å—Å limit of the annual ring. Unaffected tissue to the left. Mazer formation from the line M—M toward the right.*

Årsaken er å føre tilbake til spesielle arvelige uregelmessigheter i barkdannelsen hos valbjørk. Mens den tangential vekst hos normal bjørk foregår jamnt over hele barksylindren, kan den hos valbjørk vesentlig være konsentrert i bestemte lokaliteter uregelmessig spredt utover. Egenskapen kan sammenliknes med fordelingen av hudfargestoffet hos folk med fregner. I de partiene hvor barkveksten er konsentrert, vil barken strekke seg så sterkt at den river i sund små partier av vedkambiet innenfor. De sårene som dannes av ødelagt kambium vil midlertidig svekke vedveksten, men etter hvert gro igjen gjennom dannelse av sårkallus.

Den dårlige høydevekst og form hos eldre valbjørk kan lett forklares som et sekundært fenomen som skyldes masurdannelsen. Det tette udifferentierte kallusvevet mangler kar og andre celler for vertikal vanntransport. Det er derfor rimelig at den del av treet som finnes ovenom sterk masurdannelse i stammen må lide av tørke.



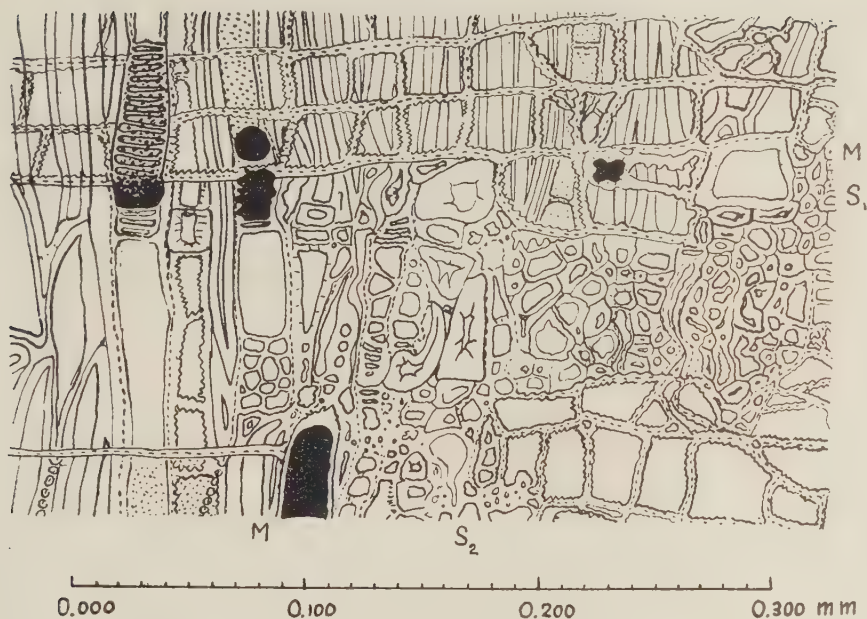


Fig. 31. Mikroskopisk radialsnitt av en masurtegnning. Til venstre normal ved. M—M-brunfargede del.  $S_1$ — $S_2$  grense mot hvite, men enda kallus-artede del.

*Fig. 31. Microscopic radial section of a mazerfigure. Normal tissue to the left. Mazer-formation from the line M—M toward the right. From the line  $S_1$ — $S_2$  a more light-coloured callus tissue.*

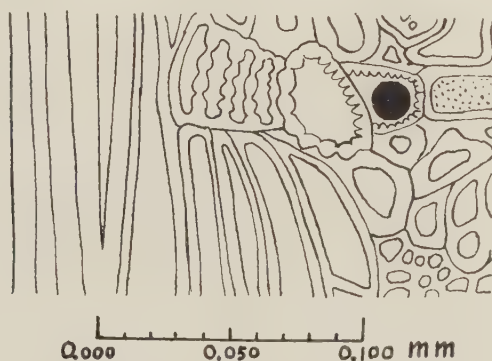


Fig. 32. Mikroskopisk radialsnitt av masurtegnninger ved overgang mellom normal ved til venstre og brunfargede kallus til høyre.

*Fig. 32. Microscopic radial section from the border between normal wood and mazer callus.*

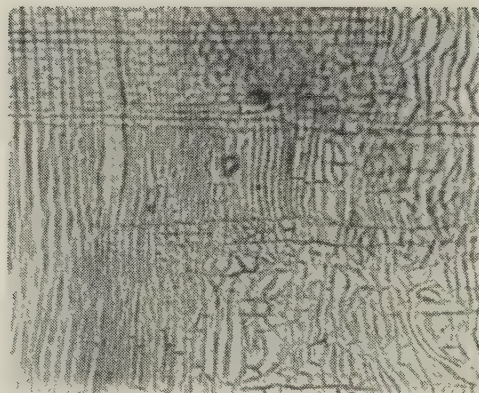


Fig. 33. Mikrofotografi av radialsnitt fra masurtegnning. Normal ved til venstre. Vekstretning mot høyre.

*Fig. 33. Microphoto of the border between normal wood and mazer-callus. Growth direction toward the right.*

Fot. Elias Mork.



Fig. 34. Mikroskopisk tangentialsnitt av masurtegnning ved overgangen fra normal ved. Elementer av normal ved til venstre. Til venstre for S en steincelle.

*Fig. 34. Microscopic tangential section in the transition zone from normal wood to mazer-callus. Near S a stone cell.*



Bjørk som vokser på særskilt tørt lende som f. eks. bergknauser med lite jord og hyppig utsatt for sterk vind vil også bli korte og grenete og få samme utseende som eldre, frittstående valbjørker.

Vekslingene hos valbjørkstammene mellom store, kuleformede utvekster og halsformede innsnøringer kan også lett forklares sekundært som et stranguleringsfenomen. Fig. 39 viser hvorledes masurtegningene bruker å opptre i en utsvelling. De begynner

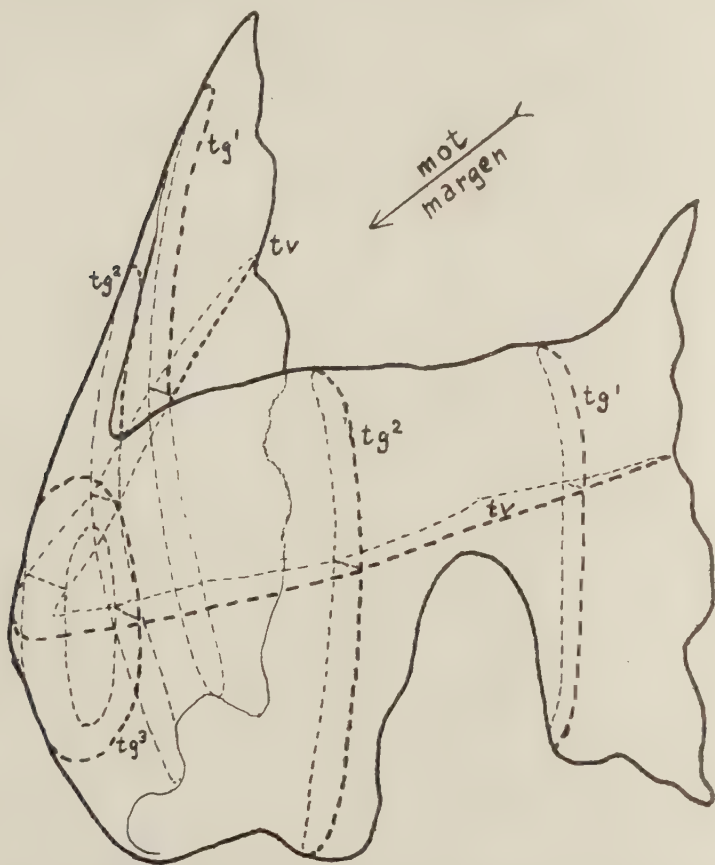


Fig. 35. Skjematisk fremstilling av hvorledes en masurtegning gjerne ser ut i eldre ved. (Se også fig. 28). Den begynner ved et punkt til venstre og sprer seg utover til alle kanter i veden. Prikket inn et tverrsnitt og 3 tangentialsnitt.

Fig. 35. Figuration of the mazer in elder wood. (See also Fig. 28). The formation of the figure has commenced at a point to the left and has spread outwards in all directions. Dotted lines indicate where one cross-section and 3 tangential sections have been made.



Fig. 36. Årringgrensen av en valbjørk projisert inn på en tilpasset sylinderflate. Relieffet fremstillet ved kurver. Prikkede kurver innenfor cylinderen, hele kurver utenfor. Masurtegningene skravert

*Fig. 36. Annual ring limit of a speckled birch projected on an adapted cylinder surface. Configuration represented by curves. Dotted curves within the cylinder, unbroken curves outside. The mazel-figures shaded.*

nederst i kulen og fortsetter på skrå utover mot overenden. På den ene siden av fotografiet deltar en kvist i utformningen. På den andre siden er utsvellingene uavhengig av kvistdannelsen. Fig. 40 viser snitt gjennom en yngre valbjørk som viser det samme. Utsvellingene er rimeligvis en vekselvirkning mellom masurdannelse og stranguleringseffekt. Masurdannelsen hindrer først den nedgående transport av organiske næringsstoffer fra kronen — den strangulerer. Opphopningen av næringsstoffer gir øket vekst som igjen gir øket masurdannelse osv. Derved vil såvel masurdannelse som øket årringbredde flytte seg oppover fra år til år slik fig. 39 og 40 viser. At en ofte kan finne sterk masurdannelse ovenfor kvister, kan også forklares som et resultat av den lokale strangulerings-effekt døende kvister ofte har.

Skjer masurdannelsen helt jamnt fordelt oppover langs stammen, blir det ingen merkbare utsvellinger. I slike bjørker har en den mest verdifulle masurveden. Det er stor sannsynlighet for at jamnheten i masurdannelsen kan påvirkes ved riktig bestandspleie. Blant annet skulle det ha betydning at hvert tre gis den jamnest mulige utvikling uten for brå overganger fra liten vekst med liten masurdannelse til sterkt vekst og sterk masurutvikling.

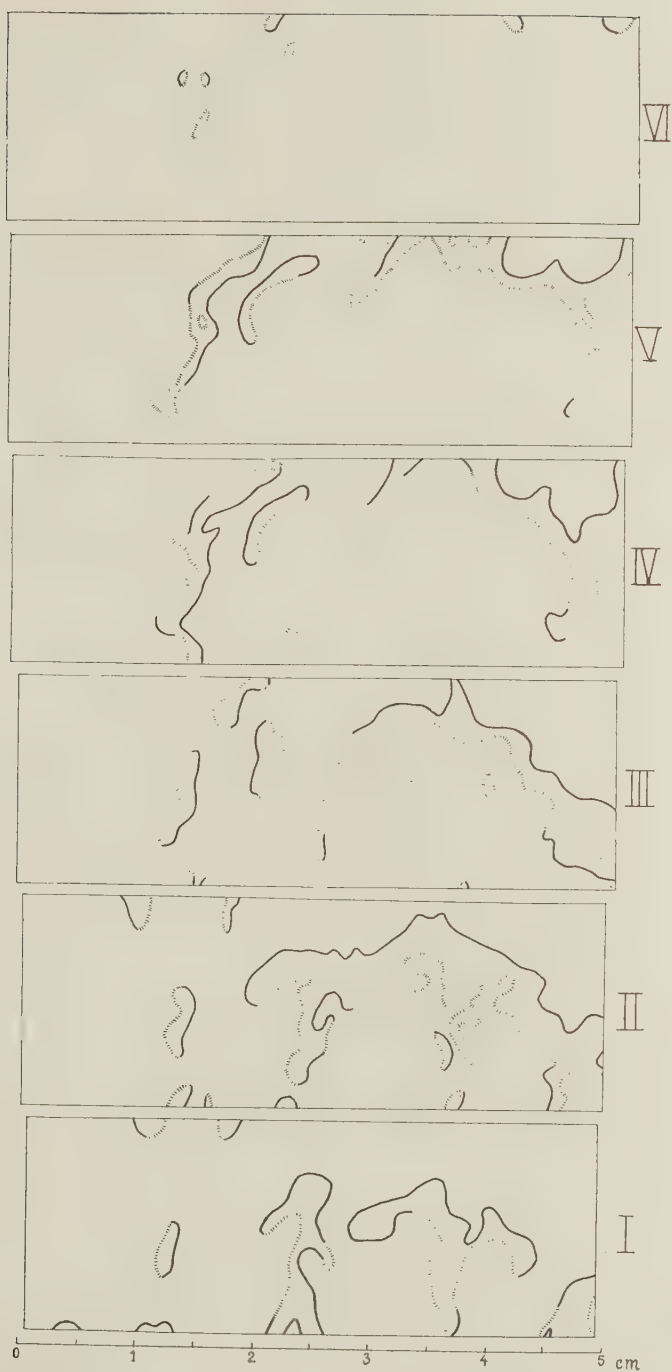


Fig. 37. Prosjeksjoner som i fig. 36 av 6 påfølgende årringer. Bare masur-tegningene inntegnet. Hel grense mot normal ved, brutt grense mot «helet» kallus.

*Fig. 37. Projections as in Fig. 36 of 6 successive annual rings. Mazer-figures only have been drawn in. Unbroken line toward the normal wood, dotted line toward «healed» callus.*

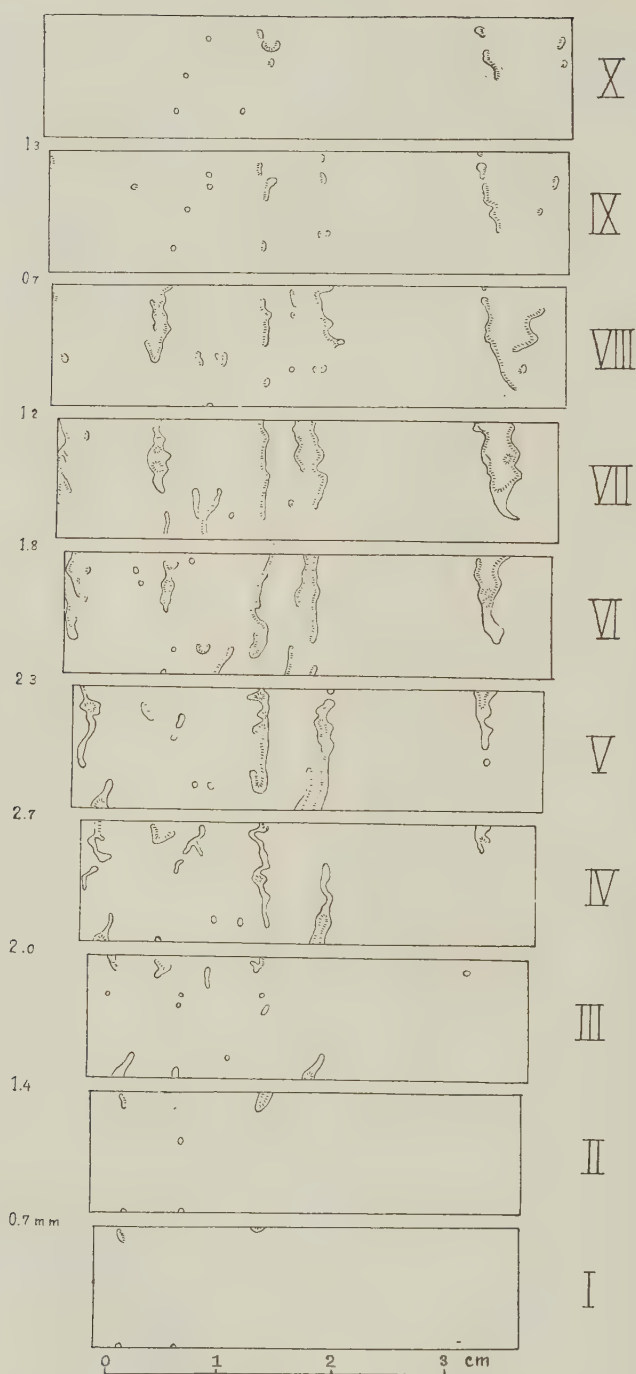


Fig. 38. Prosjeksjon av masurtegninger for 10 påfølgende årringer. Se ellers fig.36 og 37. Årringbreddene er angitt til venstre for hver årring.

Fig. 38. Projections of mazer-drawings in 10 successive annual rings. For explanations, see Fig. 36 and 37. Width of each annual ring is indicated at left.



Fig. 39. Fotografi av kløvet utsvelling hos eldre valbjørk. Til høyre deltar en kvist i utforming av masurdannelsen. Til venstre er den utformet uavhengig av kvistdannelse. Øverst normal ved som går som en kjegle ned i masurdannelsen som har spredt seg utover og oppover.

*Fig. 39. Photo of a split «swell» of an elder speckled birch. The mazer-formation has commenced near the pith below, and due to a strangulating effect the formation has moved upwards from year to year.*

Fot. B. Mauritz.





Fig. 40. Utsvelling på stammen av en yngre valbjørk. Radialt lengdesnitt. Bark tegnet svart. Masurtegnningene skravert. Årringene tegnet inn. Viser masurdannelsens stranguleringsseffekt.

*Fig. 40. Radial section from a swell of a young mazer-birch, showing the interference between mazer formation and strangulating effect. Year-rings are outlined. Mazer shaded.*

### Anvendelse.

Som det skulle gå fram av beskrivelsen av masurveden er det tangentialsnittet som gir det vakreste mønster. Snekkere som kan handtere valbjørk benytter seg av dette forholdet. De bruker veden enten som tynne tangentialt skårne bord eller som skrellet finér.

Som kompakt, helskårent møbelvirke egner valbjørkveden seg ikke. Foruten at det er en sløsing med det verdifulle virke, kommer tegningene dårlig til sin rett og resultatet vil ofte skjemmes av partier uten hverken masurtegninger eller flammer. Kompakte gjenstander av valbjørk er også vanskelig å overflatebehandle. Vedens krympning og utvidelse er forskjellig for frisk, normal ved og sårkallus. Forandringer av luftfuktigheten vil derfor kunne gjøre en polert kompakt valbjørkgjenstand ujamn i overflaten og uten glans.

Best passer valbjørkveden som et innfelt mønster hvor forskjellige partier av veden med sterk masurdannelse er brakt i harmoni med hverandre og med møblets form og vedstruktur ellers. For å lage vellykte møbler av valbjørk trenges det derfor snekkere, som foruten faglig dyktighet også har en god del kunstneriske anlegg.

Valbjørk med innvokset bark har mindre verdi. Barken blir ved vanlig overflatebehandling helt svart, ikke vakkert brun som gode masurtegninger. Den skrumper sterkere og gir årsak til småsprekker og hull i veden.

Ved fabrikasjon av knivskafter og liknende smågjenstander har det betydning å kjenne til den fordeling av masurdannelsen som en vanlig finner i utsvellingene slik det er beskrevet side 493 og 497.

### Betydning.

Valbjørka med sitt eiendommelige og vakre vedmønster vil kunne få en betydelig økonomisk interesse ute i våre bygder. Spesielt vil den kunne få betydning som emne for husflidarbeider og fabrikasjon av gode turistsouvenirer.

Den er nå for sjelden til å kunne få sin fulle verdi. Skal det investeres i spesialmaskiner og spesialverktøy til behandling av dette vanskelige materiale, forutsetter det en viss tilgang på det. Dessuten er det vanskelig for snekkere og husflidsarbeidere å skaffe seg tilstrekkelig erfaring i å behandle et råemne som det er så vanskelig å skaffe. Dessuten er valbjørka ennå for lite kjent både i innland og utland til at det kan bli noen sikker etterspørsel etter virket.

Når folk begynner å dyrke valbjørk, vil tilgangen på masurved etter hvert kunne bli stor og regelmessig nok til at den får sin fulle

verdi. At det i overskuelig fremtid skulle bli et sa stort overskudd av valbjørkved at den taper i pris av den grunn er lite sannsynlig.

Store deler av vårt land skulle ha spesielt gode betingelser for dyrking av valbjørk. Takket være den tradisjon som ennå lever i mange av våre bygder fra tidligere tider da valbjørka må ha vært mere utbredt, skulle vi ha betingelser for å nytte valbjørkvirket på beste måte.

### Sammendrag.

Det er gitt en beskrivelse av valbjørk, som må ansees for en spesiell varietet av *Betula verrucosa*. Den særpregede veddannelsen, masurdannelse, begynner når stammen er 5—6 år gammel. Den resulterer til slutt i mørkebrune figurer som i tverrsnitt har en særegen V-form. (Se fig. 1, 2 og 28). Denne figuren er dannet av et sårkallus. Den mørke fargen skyldes elementer fra barkvev spredt blant de øvrige svakt differentierte kalluscellene. Bare i sjeldnere tilfeller, i mindre verdifulle valbjørkved, skyldes tegningene innvokset bark.

Dannelsen av sårkallus følges av en sterk midlertidig svekkelse av veddannelsen i kambiet, men øket dannelse av bark. Det dannes derved barkfylte fordypninger i vedoverflaten. Disse fylles etter hvert innenfra med kallus og ved idet barken skyves ut.

Utvendig vises valbjørkegenskapen som små (ca. 1 cm) store avlange valker i barken. Dessuten har valbjørkene ofte store og små utsvellinger som ofte rekker helt rundt stammen og skifter med halsformige innsnøringer med mere normal ved. Disse utsvellingene kan være særlig merkbare på eldre greiner.

Den fineste kvalitet av valbjørkved finnes i stammer hvor masurdannelsen er jamnt fordelt oppover stammen. Det blir da ingen tydelig utsvellinger eller halsformede innsnøringer.

Valbjørkegenskapen overføres med frøet og varietetten kan dyrkes. Frø høstet på valbjørker etter fri bestøvning har vist opptil vel 50 % valbjørk i avkommet. Masurdannelsen er sterkest ved god vekst av treet, men sterk masurdannelse hindrer treet i å vokse i høyden og gjør det krokete og greinet. Ved dyrking av valbjørk rådes det derfor til å plante meget tett, — opptil 1000 planter pr. dekar for å få rette stammer med jamn masurdannelse.

Som møbelvirke bør veden fortrinsvis anvendes som skrellet

finér eller tynne tangentialt skårne skiver. Derved kommer tegningene i veden best til sin rett og overflatebehandlingen blir varigere.

For sammenlikning er også en del andre eiendommeligheter hos bjørkeved blitt undersøkt. Foruten valbjørkved (masurdannelse) er det beskrevet 4 andre fenomener som hver for seg er helt forskjellig av natur fra de andre. Alle disse kan lage spesielle mønstre eller figurer i bjørkeveden.

1. *Vanlige store flammer* nederst på stammen av bjørk med skorpebark. Disse kan ha enkel sammenheng med oppsprekkingen av barken.
2. *Rikuler*, som dannes av tette samlinger av knoppanlegg i stammen. Det er ikke usannsynlig at disse kan skyldes samme sopparten som danner heksekoster hos bjørk. (*Taphrina betulina*).
3. *Koter på bjørk*. Disse skiller seg fra rikulene ved at veden i kotene ikke viser spor av knoppanlegg og at årringene stort sett følger overflaten av kota.
4. *Brune larveganger* som skyldes bjørkevedflua (*Dendromyza betulac*).

Foruten disse 5 unormale veddannelsene hos bjørk er det gitt en beskrivelse av veddannelsen etter sår samt normal bark hos bjørk.

På grunnlag av anatomiske undersøkelser har jeg funnet at den rimeligste forklaringen på masurdannelsen ligger i arvelig bestemte eiendommeligheter ved barkens vekst. I steden for at barken hos vanlig bjørk vokser jamnt i hele barksylindren, er barkveksten hos valbjørk først konsentrert i små flekker, og sprer seg som belter omkring disse. Den sterke lokale barkveksten river små sår i vedkambiet, som derved her midlertidig settes ut av funksjon, men etter hvert heles med kallusvev.

### **On speckled birch (mazer birch) and some other forms of curled birch.**

A description is given of speckled birch, which may be considered a special variety of *Betula verrucosa*. This variety of birch has, as yet, in English been covered by the term «curled birch». As my article will show, however, the expression «curled birch»



may apply to quite different phenomena. I have, therefore, preferred to introduce the name of «speckled birch», which comprises this particular variety.

As a new name of the special grain of wood of the speckled birch, I have employed the term «mazer», now obsolete, but in mediaeval English (mazer, maser), meaning a hard wood used as a material for drinking cups, the tree yielding this material, or a wooden bowl or drinking cup.

In its origin, this word is obviously the same as the German «Maser» (old High German Masar) and the Scandinavian «masur» (old Norse mösurr).

The particular development of the wood in this variety, the formation of mazer, may begin when the trunk has reached an age of 5—6 years. (See Figs. 25 and 26). It will finally result in the dark brown figures, which in cross-section appear as a pattern of V-like designs. (See Figs 1, 2, and 28). These figures are formed by a callus-tissue. The dark colour is caused by elements of rind tissue intermingled with the callus. Only in rare cases the figures contain real in-grown rind. (See Fig. 29).

The formation of callus is combined with a preliminarily decreased growth of the wood-cambium, but an increase in the growth of the rind. In this way small cavities filled with rind are being formed in the wood surface. These cavities will successively get filled from the bottom with callus and wood, which push the rind out.

On the exterior of the tree, the mazer formation may be distinguished by small (about 1 cm) pads in the rind. Besides, the speckled birches generally have bigger or smaller «swells» or bulges, often extending around the trunk, alternating with narrow «throats» without mazer formation within. These excrescences are especially common on old branches.

The finest quality of mazer-wood occurs where the formation of mazer designs is evenly distributed along the trunk. In such trunks one will not find any swells or narrows. The speckled birch property is transferred with the seed, and the variety can be cultivated. Seed from freely pollinated speckled birches has given up to slightly over 50 % of speckled birches in the progeny. The mazer formation is most evident when the tree is growing fast. Conspicuous mazer formation reduces the height growth of



the tree and makes it branchy and crooked. When cultivating speckled birch it is, therefore, advisable to plant densely, up to 10 000 plants per hectare, to prevent too rapid growth in the young trees. As a material for furniture one should preferably use either peeled veneer, or thin, tangentially sawn boards. When the wood is used in this manner, the wood texture (grains) will stand out more beautifully and polishing will be more durable.

By way of comparison some other peculiarities in birch wood have also been examined. In addition to speckled birch (mazer formation) 4 other phenomena are described. All of these are quite different in nature, each of them is able to form a special grain texture in the wood.

1. Common flamy birch wood in the basal part of *Betula verrucosa*. This curliness may be explained as a result of the cracking of the old, thick bark. (Figs. 14, 15, and 16).

2. Burls formed by bud initials.

These have possibly something to do with the fungus *Taphrina betulina*. (Fig. 17).

3. Burls without bud initials. (Fig. 18).

4. Brown marks caused by the larvae of *Dendromyza betulae*. (Fig. 19, 20, 21 and 22).

Beside these 5 abnormal wood formations, the present paper contains also a short description of wound healing and rind anatomy of the birch. (Figs. 23, 24, 10, 11, and 12).

After having given the material an anatomic examination, I have found that the explanation of the formation of mazer wood is probably to be found in the genetic peculiarities in the growth of the rind. Instead of being evenly distributed all over the bark cylinder, as in ordinary birch, the rind growth (especially the dilatation) of speckled birch begins in small spots and continues in narrow belts irregularly in all directions from the initial points. The heavy growth of the rind in these spots and belts will tear small wounds in the wood cambium. In this way the cambium will here temporarily be put out of function, but later healed by a callus tissue. (Figs. 25, 26, 27, 28, and 38).

### Karakteristikk.

*Betula verrucosa* Ehrh. *forma maserica* Nov. *forma*.

Formen skiller seg ut fra hovedformen og andre varieteter av *B. verrucosa* gjennom sin spesielle ved-struktur. I veden dannes mørke tegninger som består av kallusvev innsatt med elementer fra barkvevet. Tegningene vises i tverrsnitt som V-formede figurer. Utvendig kan formen bestemmes gjennom små uregelmessige valker i barken. Valkene er av størrelsesorden ca. 1 cm og finnes på stamme og greiner som er over 5—6 år gamle, men enda ikke gamle nok til at barken er sprukket opp. Dessuten opptrer det ofte på eldre stammer større utsvelninger adskilt med halsformede innløpninger.

Formen er kjent fra de fleste strøk i Skandinavia og Karelen hvor hovedformen *B. verrucosa* finnes.

Type-eksemplaret er en bjørk som står på eiendommen Gundhildrud i Øvre Eiker herred, Buskerud fylke. Materiale av dette eksemplar oppbevares hos Det norske Skogforsøksvesen, Norge.

*Betula verrucosa* Ehrh. *forma maserica* Nov. *forma*.

Forma maserica a forma principali aliisque formis *Betulae verrucosae* singulari structura ligni distinguitur. Gignuntur in ligno figurae obscuri coloris formam litterae V transversae habentes e textura callosa sparsisqu particulis libri natae. Indicium externum eius formae noduli irregulares circa 1 cm longi qui in truncis ramisque magis V vel VI anaos natis facile conspiciuntur; in cortice vetustate rimosa non comparent. Praeterea in truncis veteribus, gignuntur. Exstat *Betula verrucosa* Ehrh. forma maserica in plerisque regionibus Scandinaviae Careliaeque.

### Litteratur.

- ARNBORG, TORE. 1949: Bjørken, Svenska Skogsvårdsföreningens Folkskrift. Ser. II nr. 1. Stockholm.
- ESCHERICH K. 1942: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Berlin.
- HEIKINHEIMO, OLLI. 1952: Masurbjørkens problem, Skogsägaren No. 3. Stockholm.
- HINTIKKA, T. H., 1926: Über den Habitus und die Wachstumsart der Wisabirken. Mitt. d. Deutsch Dendr. Ges. I.

- JENSSEN, J. 1940: Litt om bjørk. Tidsskrift for Skogbruk, Nr. 7 og 8.
- JOHNSSON, HELGE, 1951: Avkommor av masurbjørk. Svenska Skogs-  
vårdsföreningens Tidsskrift nr. 1 1951. Stockholm.
- — 1951: Lövträd, Svensk Växtförädling, Del II, Stockholm.
- KANGAS, ESKO, 1937: Die Braunfleckigkeit des Birken-holzes und ihr  
Urheber. Dendromyza (Dizygomyza) Betulae N. Sp. Com. Inst.  
Forest. Fenn. 22. Helsinki.
- LINDQUIST, BERTIL, 1946: Den skogliga rasforskningen och praktiken.  
Stockholm.
- MIX, A. J. 1949: A Monograph of the Genus Taphrina. University of  
Kansas, Science Bull. V. XXXIII, Part I, Lawrence.
- MUHLE LARSEN, C. 1940: Masurbirk. Dansk Skovforenings Tidsskrift,  
København.
- MØRKVED, KARL, CA. 1942: Lauvskogen i Nord-Trøndelag, Levanger.
- ROLL-HANSEN, FINN. 1953: Litt om knopper hos eik og andre løvtrær.  
Tidsskrift for Skogbruk. Oslo.
- SAARNIJOKI, SAKARI, 1944: Masurgåtan står inför sin lösning. Metsälehti  
No. 5. Helsinki.
- SCHÜBELER, F. C. 1886: Norges Væxtrige I. Christiania.









A s John Griegs Boktrykkeri.  
Bergen 1954